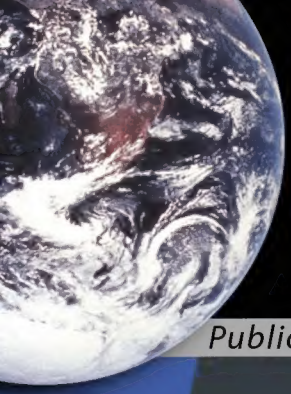


FOLHA
Criacionista

Publicação da Sociedade Criacionista Brasileira. Ano 22 – Nº 49 – 2º semestre/1993

DEBATE SOBRE A IDADE DA TERRA

CRONOLOGIA DE USSHER

DATAÇÃO ABSOLUTA E RELATIVA

Sociedade Criacionista Brasileira

Nossa capa

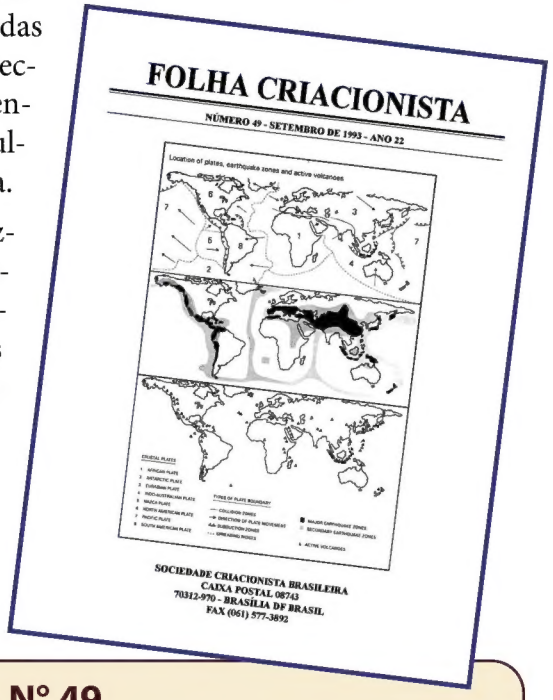
A Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) tem incentivado estudos e ações no campo das Ciências da Terra. Através de seus Programas da Correlação Geológica Internacional, e das Catástrofes Naturais, a UNESCO tem promovido a cooperação internacional para o melhor entendimento do ambiente geológico. Temas como o estabelecimento de modelos e conceitos para orientar a procura de formações geológicas ricas em recursos minerais e energéticos, o aprimoramento do conhecimento geológico para o desenvolvimento de novas técnicas para mineração, irrigação e construções civis, que minimizem os impactos ambientais, fazem parte das preocupações desses Programas.

Dois sistemas internacionais de alarme foram fundados dentro dos objetivos gerais da UNESCO nessa área de Ciências da Terra: o Sistema Móvel de Alarme para Erupções Vulcânicas, e o Sistema Internacional de Alarme para Tsunamis. O primeiro deles tem 100 vulcões de alto risco identificados, e proporciona a mobilização internacional de recursos para enfrentar situações de calamidade.

Os vulcões ativos localizam-se principalmente nas bordas de subdução das placas tectônicas, onde também se encontram as regiões mais vulneráveis a tremores de terra.

Em nossa capa reproduz-se figura ilustrativa constante de folheto de propaganda sobre as atividades da UNESCO no campo das Ciências da Terra.

Na reedição deste número da Folha Criacionista, foi escolhida nova ilustração para a capa, com uma ilustração alusiva a vulcões, teremotos e tsunamis, temas abordados neste número da Folha Criacionista. Na Figura 3 do primeiro artigo deste número da Folha Criacionista apresenta-se um mapa com a caracterização das bordas das placas tectônicas, que permite verificar a coincidência entre o vulcanismo fissural e a acomodação mútua das placas tectônicas.


FOLHA CRIACIONISTA

NÚMERO 49 - SETEMBRO DE 1993 - ANO 22

SOCIEDADE CRIACIONISTA BRASILEIRA
CAIXA POSTAL 08743
70312-970 - BRASÍLIA DF BRASIL
FAX (061) 577-3892

FOLHA CRIACIONISTA Nº 49

Primeira edição:	Impressa na Gráfica e Editora Qualidade - Núcleo Bandeirante – DF.
	Setembro de 1993 - 500 exemplares
Editores Responsáveis:	Ruy Carlos de Camargo Vieira
	Rui Corrêa Vieira
Desenhos:	Francisco Batista de Mello
Segunda edição:	Edição eletrônica pela SCB
	1º semestre de 2017
Editores Responsáveis:	Ruy Carlos de Camargo Vieira
	Rui Corrêa Vieira

Endereço da Sociedade Criacionista Brasileira em 2017, ano da reedição deste número da Folha Criacionista:

Telefone: (61)3468-3892 Sites: www.criacionismo.org.br e

e-mail: scb@scb.org.br www.revistacriacionista.org.br

Editorial

NOTA EDITORIAL ACRESCENTADA À REEDIÇÃO DESTE NÚMERO DA FOLHA CRIACIONISTA

A reedição deste número e dos demais números dos periódicos da Sociedade Criacionista Brasileira faz parte de um projeto que visa facilitar aos interessados o acesso à literatura referente à controvérsia entre o Criacionismo e o Evolucionismo.

Ao se terminar a série de reedições dos números dos periódicos da SCB e com a manutenção do acervo todo em forma informatizada, ficará fácil também o acesso a artigos versando sobre os mesmos assuntos específicos, dentro da estrutura do Compêndio "Ciência e Religião" que está sendo preparado pela SCB para publicação em futuro próximo.

Os Editores responsáveis da Folha Criacionista

Ruy Carlos de Camargo Vieira e Rui Corrêa Vieira

Brasília, Janeiro de 2017

É com grande satisfação que neste primeiro semestre de 1994 estamos trazendo à luz o número 49 da Folha Criacionista, correspondente ao segundo semestre de 1993. Pretendemos manter daqui para diante maior regularidade na publicação de nosso periódico, tendo já recuperado o atraso que se havia acumulado no decorrer dos últimos anos.

Continuamos procurando publicar em cada número artigos e notícias versando o mais possível sobre um mesmo tema. Desta vez, aproveitando a oportunidade surgida com a publicação do artigo de autoria do nosso colaborador Dr. Nahor Neves de Souza Jr., intitulado "Um modelo geológico para a curta história do planeta Terra", procuramos abordar também a questão dos métodos radiométricos de datação, não só apresentando a tradução do verbete correspondente constante da *Encyclopaedia Britannica*, como também interessante histórico do debate sobre a idade da Terra. Apesar da abordagem dos autores destes dois últimos trabalhos ser essencialmente evolucionista, não deixa de ser importante a divulgação de suas considerações sobre os respectivos assuntos, já que transparece em suas posições o fato de que nesse assunto ainda não foi dada a última palavra!

A célebre cronologia de Ussher, comentada pelo famoso evolucionista Stephen Jay Gould, é outro trabalho que escolhemos para integrar este quadragésimo nono número da Folha Criacionista, complementando os trabalhos anteriores. Destaca-se aí a integridade intelectual do autor, ao respeitar pontos de vista opostos aos de sua estrutura conceitual evolucionista, muito embora pessoalmente não concordando com os valores numéricos apresentados por Ussher para a idade da Terra.

Finalmente, uma pequena crônica dos Editores sobre a maior perfuração efetuada na crosta terrestre ressalta o poder que uma estrutura conceitual pode exercer sobre as pessoas que a ela se expõem, até mesmo de forma inconsciente.

Agradecemos o apoio que temos recebido de nossos leitores, bem como o interesse que tem sido manifestado pelas nossas publicações por parte de pessoas e instituições as mais diversas. Tais fatos animam-nos a prosseguir no encalço de nosso objetivo maior que é a divulgação do Criacionismo de forma adequada e em nível consistente com as expectativas de nossos leitores.

Os Editores

Sumário

05 - UM MODELO GEOLÓGICO PARA A CURTA HISTÓRIA DO PLANETA TERRA
Nahor Neves de Souza Jr.

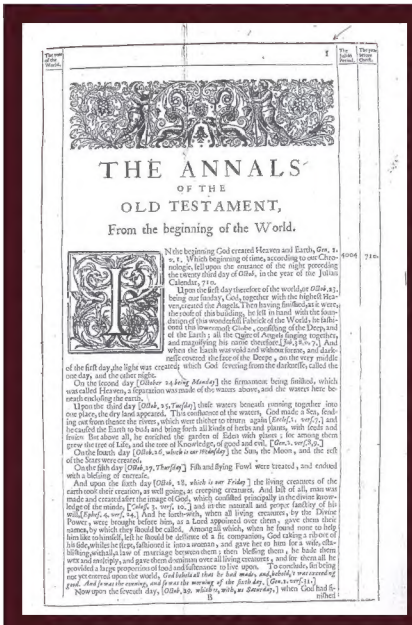
17 - DATAÇÃO ABSOLUTA E RELATIVA
Encyclopaedia Britannica, Macropaedia, Vol. 5
Verbete *Dating, Relative and Absolute*

Notícias

26 - PERFURANDO A CROSTA TERRESTRE

31 - O DEBATE SOBRE A IDADE DA TERRA

40 - A CRONOLOGIA DE USSHER



THE ANNALS
OF THE
OLD TESTAMENT,
From the beginning of the World.

ANAIS DO VELHO TESTAMENTO

ARCEBISPO USSHER

FOLHA Criacionista

Publicação periódica da Sociedade Criacionista Brasileira (SCB)

Telefone: (61)3468-3892

Sites: www.scb.org.br e www.revistacriacionista.org.br

E-mail: scb@scb.org.br

Edição Eletrônica da SCB

Editores:
Ruy Carlos de Camargo Vieira
Rui Corrêa Vieira

Projeto gráfico:
Eduardo Olszewski
Michelson Borges

Adaptação e atualização do projeto gráfico:
Renovacio Criação

Diagramação e tratamento de imagens:
Roosevelt S. de Castro

Ilustrações:
Victor Hugo Araujo de Castro

Os artigos publicados nesta revista não refletem necessariamente o pensamento oficial da Sociedade Criacionista Brasileira. A reprodução total ou parcial dos textos publicados na Folha Criacionista poderá ser feita apenas com a autorização expressa da Sociedade Criacionista Brasileira, que detém permissão de tradução das sociedades congêneres, e direitos autorais das matérias de autoria de seus editores.

Sociedade Criacionista Brasileira

Folha Criacionista / Sociedade Criacionista Brasileira
v. 22, n. 49 (Setembro, 1993) – Brasília
A Sociedade, 1972-.
Semestral
ISSN impresso 1518-3696
ISSN online 2525-393X
1. Gênese. 2. Origem. 3. Criação
EAN Nº 977-1518-36900-2

COLUNA GEOLÓGICA E GEOCRONOLOGIA

Palestra proferida no I Encontro Nacional de Criacionistas, IAE-S.Paulo (13-17/01/93), sob o título "O Confronto Criacionismo X Evolucionismo: Implicações Geológicas".

UM MODELO GEOLÓGICO PARA A CURTA HISTÓRIA DO PLANETA TERRA

Resumo

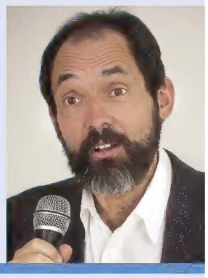
O modelo da formação da Terra, como um todo, nos seis dias da semana da Criação, em contraposição à hipótese da origem em duas etapas, parece se ajustar melhor ao relato bíblico do Gênesis e a interessantes descobertas científicas. Apresenta-se também uma tentativa de se associar a cronologia bíblica do relato do Dilúvio com a descrição dos fatos geológicos estabelecidos pela geocronologia convencional.

Introdução

Ao nos envolvermos com assuntos ligados à origem do planeta Terra e dos seres vivos, devemos admitir que não teremos respostas a todas as indagações, independentemente da estrutura conceitual adotada, criacionista ou evolucionista. Para qualquer uma das duas situações, uma eventual argumentação deverá permitir, mesmo que implicitamente, o exercício da fé, prática esta plenamente aceita e frequentemente utilizada pelos criacionistas, no entanto, por estranho que pareça, inadmissível para os evolucionistas. *A prova das coisas que se não veem* [1], constitui um princípio imprescindível ao estudarmos a natureza, haja vista nossas sérias limitações quanto às dimensões no tempo e no espaço, nosso conhecimento incompleto das leis naturais, bem como a realidade da interferência direta (sobrenatural) de Deus em muitas ocasiões da história humana.

Tendo em vista as referidas limitações, pretende-se no presente artigo tratar de determinados assuntos pertinentes à Geologia, em um contexto criacionista. Convém ainda realçar os princípios básicos que nortearão as considerações aqui apresentadas: A Bíblia é a palavra de Deus escrita; os relatos das origens e do Dilúvio, como descritos no livro de Gênesis, constituem verdades históricas [2].

Os fatos geológicos são melhor compreendidos e se harmonizam mais perfeitamente, quando considerados à luz das Sagradas Escrituras. É o que temos constatado em mais de 15 anos de vida acadêmica e experiência profissional. Ao estudarmos os vários temas relativos à "estrutura e origem da Terra", temos sido



Nahor Neves de Souza Jr.

Geólogo, com mestrado em Geotecnia e doutorado em Engenharia pela USP-Campus de São Carlos. Foi professor de Geologia de Engenharia na mesma Instituição e de Geotecnia no UNASP, Campus de Engenheiro Coelho. Autor de vários artigos e livros, palestrante nos Seminários "A Filosofia das Origens" e associado fundador da SCB.

compelidos a admitir uma Terra jovem, cuja origem remonta a poucos milhares de anos atrás. As colunas estratigráficas representam, na realidade, os episódios de uma grande catástrofe, o Dilúvio bíblico.

Origem e estrutura da Terra

A avaliação da idade da Terra, por meio da datação radiométrica, em um cenário geológico convencional, parece sugerir uma Terra antiga, com cerca de 4,5 bilhões de anos de idade. Procedimento análogo, em parte, é utilizado por alguns criacionistas que imaginam uma criação em 2 estágios: uma etapa inicial, quando a Terra incandescente e sem forma e vazia foi chamada à existência, há 4,5 bilhões de anos; em uma fase posterior, há aproximadamente 6.000 anos, o Criador teria retornado a fim de completar sua obra inacabada, a criação da atmosfera e biosfera.

Em consonância com os princípios inicialmente estabelecidos, os postulados acima mencionados, antes de serem submetidos à verificação, deverão ser confrontados com o relato bíblico da Criação. O poder sobrenatural do eterno e onipotente Deus, revelado na semana da criação, estimula em alguns os mais nobres sentimentos, como admiração, reverência e adoração ao Criador. No entanto, para outros, o fator sobrenatural simplesmente é incompatível com o procedimento científico convencional. Neste sentido, as seguintes indagações podem ser ainda apresentadas: a Ciência já provou que o sobrenatural não existe? Ao rejeitá-lo não estaríamos adotando uma postura preconceituosa, esta sim, incompatível com a própria definição de Ciência?

Evidências de uma Terra Jovem

No princípio criou Deus os céus e a terra [3]. Para situarmos, no tempo, o "princípio" do primeiro versículo bíblico, é fundamental entendermos o sentido das palavras "céus" e "terra". O Livro Sagrado, por si mesmo, nos auxilia nessa tarefa. Vejamos apenas alguns, dentre os muitos versículos que abordam o assunto:

1. *E chamou Deus à expansão céus* [4]. A definição, contida no próprio relato, é a mais clara possível: céus = atmosfera. Para os demais versículos do capítulo primeiro [5], encontraríamos o mesmo significado.
2. *E chamou Deus à porção seca terra ...* [6]. O texto parece indicar não simplesmente a formação dos continentes e a organização da hidrosfera, mas sim a ocasião em que, tanto a crosta continental como a crosta oceânica foram formadas ou concluídas. Sabe-se que a crosta ou litosfera terrestre apoia-se, ou está fundada, sobre o manto, o qual, por sua vez, envolve o núcleo, definindo-se assim a provável estruturação global do planeta Terra (Figura 1). Os fundamentos da Terra, a saber, o manto e o núcleo, foram também criados na primeira semana do Gênesis [7]. Assim, não há problemas em definir terra = crosta terrestre ou terra = planeta Terra, pois tanto um como o outro foram originados na semana da criação.
3. Os céus atmosféricos e o planeta Terra foram estabelecidos na mesma ocasião [8], ou seja, na semana da criação [9]. A Terra não foi criada em 2 estágios, mas sim, iniciada e completada (acabada), para que fosse habitada, na semana da Criação [10].
4. Os céus e a terra, inicialmente perfeitos, foram transformados durante o Dilúvio e contaminados e arruinados pelo pecado [11]. Podemos, no entanto, acariciar a firme esperança de que um dia eles serão plenamente restaurados [12].

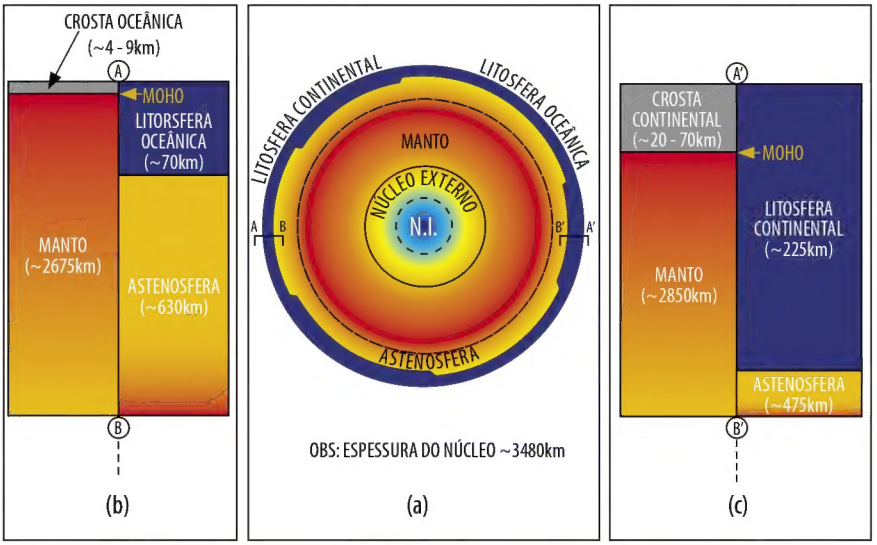


Figura 1 - Componentes físicos e mecânicos da crosta e do manto [17]

Fundamentando-se na cronologia bíblica, versão hebraíca (a mais fidedigna), e considerando os textos bíblicos então mencionados, não teríamos dificuldade em determinar o "princípio" em que Deus criou os céus e a terra. Há, aproximadamente, 6000 anos o Criador chamou à existência uma Terra sem forma e vazia, no primeiro instante do dia primeiro, para em seguida prepará-la a fim de receber, em sua superfície, seres vivos. Interessante analogia pode ser feita com a criação de Adão: em um primeiro momento, no dia sexto, foi moldado um boneco inerte de terra, para em seguida receber o fôlego de vida.

Em contraposição ao modelo da criação em uma ocasião única, os adeptos de criação em dois estágios defendem seu ponto de vista com base na invariabilidade da velocidade com que se processa a desintegração radioativa de determinados elementos, utilizados nos principais métodos de datação das rochas. Podemos, entretanto, afirmar categoricamente que as taxas de desintegração espontânea, dos nuclídeos radioativos, nunca se alteraram com o passar do tempo? Vejamos o que nos diz um conceituado cientista:

> *"...a Ciência tem estado a medir as taxas de desintegração por menos de 100 anos. Extrapolar estas taxas para 10.000 anos no passado é muito arriscado. Extrapolar para 10 milhões de anos seria, via de regra, considerado um procedimento pouco científico"* [13].

Estudo recente demonstrou a possibilidade de determinadas "constantes" físicas variarem em função do tempo [14]. A pesquisa inicialmente enfocou os valores da velocidade da luz, medidos nos últimos 300 anos. Os resultados mostram uma redução de 1507 m/s, valor este, consideravelmente maior que o erro praticado em sua própria medida. Conseguiu-se impressionante ajuste dos dados com uma função exponencial negativa, indicando uma origem (provável instante em que se iniciou o decréscimo), para 4040 ± 20 anos A.C. Provavelmente, a mais interessante implicação desta teoria esteja relacionada às taxas de desintegração radioativa. A desintegração teria ocorrido mais rapidamente no passado. Assim, as meias-vidas dos nuclídeos radioativos teriam estado crescendo desde a Criação, levando as idades determinadas por radiometria a valores muito maiores que a realidade.

O mesmo raciocínio tem sido defendido por Gentry [15], incontestável perito mundial em "halos radioativos". Ao estudar estas microscópicas feições, em rochas graníticas "pré-cambrianas", verificou a existência de halos de Polônio, cujos núcleos não apresentam vestígios da presença de Urânio. Acrescentando à descoberta o fato de que os halos radioativos só são preservados a temperaturas inferiores a 300 °C, chegou à seguinte conclusão: os granitos "pré-cambrianos" foram criados a baixa temperatura, e de maneira praticamente instantânea. A argumentação então apresentada lança por terra o modelo da origem de nosso planeta em dois estágios. Assim, segundo Gentry, o granito "pré-cambriano", ou o embasamento cristalino primordial da crosta terrestre, teria sido criado por Deus no primeiro instante (tempo inferior a 3 minutos = meia-vida do Polônio^{218}) do dia primeiro, a cerca de 6.000 anos atrás.

Estrutura Interna da Terra

O avanço científico e tecnológico tornou possível ao homem deslocar-se, por centenas de milhares de quilômetros através do espaço sideral e atingir nosso satélite natural, a Lua. Entretanto, muito pouco se sabe sobre as características do material exatamente sob os nossos pés, o interior da Terra. A mais profunda perfuração subterrânea que se conhece, localizada na península de Kola (Rússia), atingiu a profundidade de 12 km, em rochas cristalinas da região norte do Escudo Báltico [16]. Nesta região, a litosfera (delgada porção periférica do globo terrestre), com dezenas de quilômetros de espessura, foi penetrada apenas superficialmente. Assim, o modelo convencionalmente adotado para a composição e estrutura do interior da Terra fundamenta-se apenas em hipóteses e inferências, inclusive não consensuais.

Deve-se ressaltar, no entanto, o esforço conjunto de cientistas do mundo inteiro, nas últimas décadas, em decifrar os complexos processos geológicos endógenos, que certamente variam no tempo e no espaço. Com base em pesquisas geológicas, paleontológicas e estudos geofísicos (Sismologia, Paleomagnetismo, Geotermia, etc.), elaborou-se um modelo estrutural e dinâmico da Terra (Figuras 1 a 3). Evidentemente,

maior atenção tem sido dedicada à "casca" periférica, denominada crosta ou litosfera (Figura 1), cujo conhecimento foi significativamente ampliado, inicialmente pela teoria da Deriva dos Continentes (Figura 2), posteriormente pela hipótese da Expansão do Assoalho Oceânico e, mais recentemente, pela teoria da Tectônica de Placas (Figura 3). Não obstante haja uma notável descontinuidade separando a crosta do manto (MOHO - Ver Figuras 1_b e 1_c), os processos dinâmicos da camada mais externa do globo envolvem a crosta e a parte superior do manto, ou seja, a litosfera. As placas litosféricas, por sua vez, apoiam-se ou deslizam sobre a astenosfera.

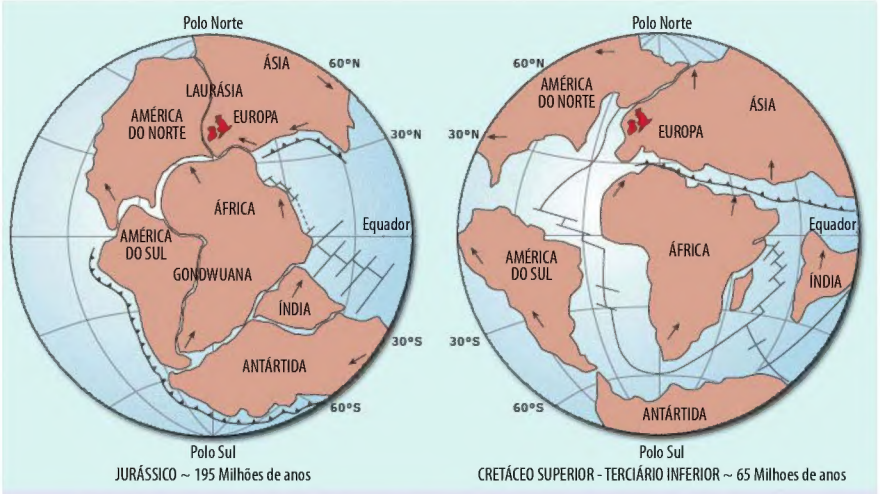


Figura 2 – Ajuste dos continentes antes da abertura do Oceano Atlântico [18]

(Na reedição deste artigo, a Figura original indicada na Bibliografia foi substituída por esta)

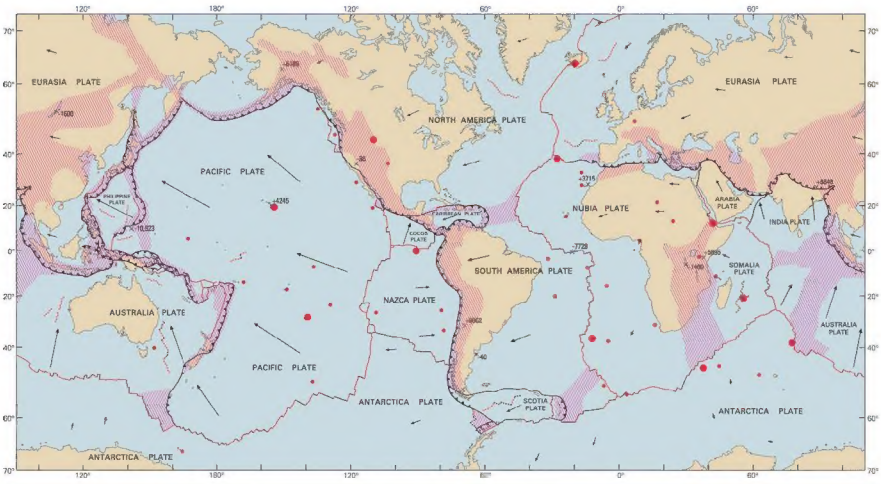


Figura 3 – Principais placas litosféricas [19]

(Na reedição deste artigo, a Figura original indicada na Bibliografia foi substituída por esta)

Tem-se verificado que determinados fatos geológicos se harmonizam com o modelo da Tectônica de Placas; outros, porém, não. Mesmo alguns postulados do próprio modelo carecem de fundamentos mais sólidos. Por exemplo, o mecanismo motor que induziria as placas à separação, as chamadas "correntes convectivas". Se adotarmos este mecanismo, pelo menos um problema de imediato se apresenta: como explicar as dorsais oceânicas que contornam a placa africana? (Ver Figura 3) As células convectivas e as respectivas dorsais deslocaram-se, à medida que o assoalho oceânico expandia? Onde se situa a região de compensação (zona de subducção) da litosfera oceânica então acrescentada à referida placa? A hipótese das correntes convectivas no manto não pode ser comprovada [20]; na realidade, os detalhes conceituais de sua possível estrutura são muito pouco compreendidos [21].

Muito embora várias descobertas no campo das Geociências, nos últimos anos, sejam favoráveis ao modelo da Tectônica de Placas, alguns eminentes cientistas não somente apresentam sérias objeções a essa teoria, senão que a rejeitam totalmente [22]. Outros ainda a advogam, considerando no entanto um mecanismo extraterrestre, o impacto de gigantescos meteoritos na superfície da Terra, como sendo o mecanismo originador da expansão dos assoalhos oceânicos [23]. Os grandes soerguimentos epirogenéticos (levantamentos ou intumescências em vastas áreas da crosta), que precederam o movimento de separação das placas tectônicas, teriam gerado, segundo alguns pesquisadores, colossais deslizamentos gravitacionais; nesse sentido, a gravidade teria desempenhado papel fundamental na movimentação das placas litosféricas [24].

No ponto de vista do autor do presente artigo, a expansão do assoalho oceânico, independentemente do mecanismo motor considerado, pode perfeitamente ter-se desenvolvido durante o Dilúvio bíblico. O assunto será retomado mais adiante, com considerações pertinentes a este enfoque, bem como com a apresentação de outros modelos.

Da mesma forma que o modelo estrutural do interior da Terra não pode ser comprovado diretamente, a composição química e mineralógica dos três compartimentos (crosta, manto e núcleo) também situa-se no campo das conjecturas. Em termos gerais, admite-se que a crosta oceânica seja constituída por rochas basálticas; já a crosta continental é composta essencialmente por material granítico, em sua porção superior, e rochas metamórficas de alto grau, na parte inferior. As rochas ígneas e metamórficas compreendem 95% do volume total da crosta, porém, ocupam apenas 25% da sua superfície. Por outro lado, 75% da superfície da Terra é coberta por rochas sedimentares [25]. Qual teria sido a distribuição das rochas na crosta, por ocasião de sua formação primeira? Ou mesmo, quando e como teriam sido originadas?

Os atos criadores de Deus, do primeiro ao terceiro dia da primeira semana do Gênesis, nos sugerem a ocasião em que as rochas foram formadas. Evidentemente, tendo em vista o tempo despendido para sua criação, podemos assegurar que os processos geológicos considerados para a formação das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares não estiveram em vigor. Para o magma transformar-se em rocha ígnea, na situação mais favorável (rápida) possível, teríamos que considerar, pelo menos, algumas semanas. Para a formação das rochas metamórficas e sedimentares, seriam requeridos períodos de tempo mais extensos mesmo que adotemos conceitos não-evolucionistas. Por outro lado, as rochas primordiais foram profundamente modificadas, ou mesmo, suas características primárias quase que obliteradas, por ocasião do Dilúvio. Assim é que, as características da maior parte das rochas e dos maciços rochosos, como as que conhecemos hoje, diferem muito das primordiais, principalmente no que se refere aos aspectos texturais e estruturais, independentemente da escala considerada.

Provavelmente, algumas porções da crosta continental, de natureza mais rígida ("escudos" - Ver Figura 4), tenham sido menos afetadas pelas ações catastróficas do Dilúvio. Nessas regiões, destacam-se os chamados granitos "pré-cambrianos". A origem dos grandes corpos graníticos (batólitos) é motivo de sérias controvérsias entre os petrólogos. No entanto, as evidências obtidas a partir do estudo dos halos radioativos [15] sugerem fortemente que estes granitos correspondem às rochas primordiais de nosso planeta, originadas de maneira praticamente instantânea, no primeiro dia da semana da Criação. Estes grandes corpos graníticos, embora tenham sido deformados por esforços tectônicos e modificados por intrusões posteriores, guardam ainda algumas de suas características originais.

O embasamento cristalino, que aflora na região leste do Estado de São Paulo (Escudo Atlântico - Ver Figura 4), é constituído em grande parte por rochas graníticas "pré-cambrianas" de textura e coloração variadas. É interessante notar que estes granitos, quando preparados e polidos para serem empregados como rocha ornamental, ostentam uma beleza ímpar aliada ao seu excelente comportamento quanto à resistência e à durabilidade [26]. Em verdade, os granitos são mundialmente utilizados como o melhor material de construção, em todos os aspectos.

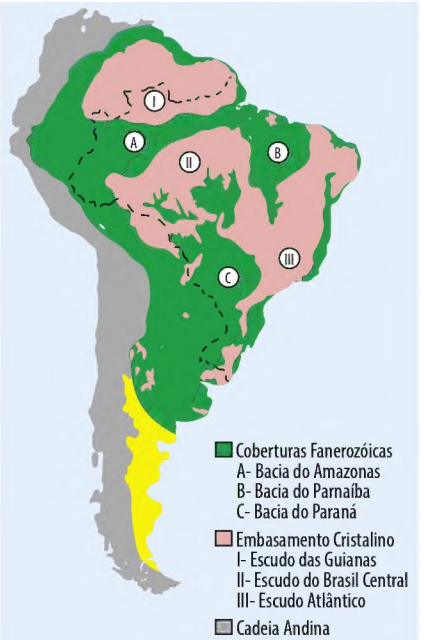


Figura 4 - Mapa geotectônico simplificado da América do Sul [54]

A GRANDE CATÁSTROFE

As evidências geológicas de um cataclisma de amplitude mundial, embora sejam suficientemente abundantes para dirimir quaisquer dúvidas, são rejeitadas pela grande maioria dos geocientistas, da mesma forma que o foram, antes do próprio Dilúvio, pelos cientistas da época. Na ocasião, certamente, admitiu-se a impossibilidade da destruição do mundo por água, quando a própria chuva era um fenômeno meteorológico desconhecido. Hoje, mais do que nunca, este tema reveste-se da maior importância. Os nossos dias, e não outros, são comparados exatamente com aqueles que

precederam o Dilúvio [27]. A analogia foi apresentada por alguém que nunca erra, o próprio Jesus, tornando indesculpáveis aqueles que se dizem cristãos e não aceitam esse extraordinário evento, ocorrido há pouco mais de 4.000 anos.

Na verdade, é perfeitamente possível correlacionar a cronologia bíblica, referente ao período do Dilúvio, à própria Geocronologia (Quadro 1). Deve ser lembrado, no entanto, que após Noé ter saído da arca, a superfície da Terra ainda se encontrava sob os efeitos secundários do Dilúvio, em um processo gradual de estabilização. Nesse período, pós-Dilúvio, os fenômenos geológicos podem ter-se manifestado, localmente, com intensidade superior à verificada atualmente. Sendo assim, as centenas de milhões de anos, convencionalmente atribuídas às eras geológicas, deverão ser reduzidas a meses (pouco mais de 1 ano), para o Dilúvio propriamente dito, e a dezenas ou ainda a algumas centenas de anos para os seus efeitos secundários (Pleistoceno e Holoceno).

QUADRO 1 - MODELO DO DILÚVIO BÍBLICO

CRONOLOGIA			NARRATIVA BÍBLICA	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	UNIDADE ESTRATIGRÁFICAS
1,7 x 10^3 anos			PRÉ-DILÚVIO (Gên. 2:5,6)		PRÉ-CAMBRIANO
I (Ano)	2 (Mês)	17 (Dia)	INÍCIO DO DILÚVIO (Gên. 7:11)	- Ruptura da crosta/transformações atmosféricas/processos erosivos intensos	CAMBRIANO
	3		... Romperam-se as fontes... As janelas do céu abriram-se (Gên. 7:12)	- Bacias Sedimentares - Soterramento de animais bentônicos - Predomínio de processos transgressivos	ORDOVICIANO
	4	27	CHUVA CESSA (Gên. 7:17)	- Paleoambientes transicionais	SILURIANO DEVONIANO
	5		Permanência das águas sobre a superfície da terra (Gên. 7:17-24)	- Formação de ritmitos/ciclotemas - "Glaciação" (Hemisfério Sul)	CARBONÍFERO
	6			- Soterramento de Florestas (Formação de carvão) - Soerguimentos continentais	
	7	17	AS ÁGUAS COMEÇAM A RECUAR (Gên. 8: 3,4)	- Predomínio de processos regressivos - Sedimentação cólica	PERMIANO
	8		Ação dos ventos (Gên. 8:1)	- Soterramento de répteis - Vulcanismo basáltico (Hemisfério Sul) - Movimento das Placas	TRIÁSSICO JURÁSSICO
	9				
	10	1	CUMES DOS MONTES APARECEM (Gên. 8:5)	- Cinturões Orogênicos	CRETÁCEO
	11	10	ÁGUAS SOBRE A FACE DA TERRA (Gên. 8:9)	- Soterramento de mamíferos	PALEOCENO EOCENO
	12		Águas decrescem (Gên. 8:11)		OLIGOCENO
II	1	1	ÁGUAS SE SECAM... (Gên. 8:13)	- Vulcanismo basáltico (Hemisfério Norte)	MIOCENO
	2	27	"FIM" DO DILÚVIO (Gên. 8: 14-19)	- Sedimentação Neo-Cenozóica - Cenário semelhante ao atual	PLIOCENO
4,3 x 10^3 anos			PÓS-DILÚVIO (Gên. 8:21,22)	- Migração/adaptação/diversificação - O homem das cavernas - Glaciação (Hemisfério Norte)	PLEISTOCENO HOLOCENO

Procurou-se nesse Quadro 1, na medida do possível, associar a narrativa bíblica com as unidades estratigráficas convencionais, descrevendo os principais eventos geológicos. A citação de determinado episódio - por exemplo, bacias sedimentares - não significa que apenas entre o "Cambriano" e o "Ordoviciano" estas estruturas foram desenvolvidas, mas sim, indica o início do processo de sedimentação em bacias. A deriva das placas litosféricas, um outro exemplo, iniciou-se antes do "Cretáceo", mas foi ao tempo dessa unidade estratigráfica que o movimento de separação das placas Sul-Americana e Africana se desenvolveu mais rapidamente. Finalmente, um exemplo de soterramento de seres vivos, os répteis, inclusive os famosos dinossauros. Na realidade, os fósseis de répteis se concentram no período que vai do "Triássico" ao "Cretáceo" (aproximadamente 2 meses).

O Início do Dilúvio

Romperam-se as fontes do grande abismo, e as janelas do céu se abriram [28]. O texto não nos revela a causa dessa ruptura. O próprio Deus, de maneira sobrenatural, pode ter desencadeado a grande tempestade. Recentemente, pesquisadores criacionistas e evolucionistas têm considerado a hipótese da queda de meteoritos de grandes dimensões na superfície da Terra, no passado, o que teria provocado profundas transformações na crosta terrestre e mudanças climáticas notáveis. A presença de estruturas de impacto, nos demais planetas e satélites do Sistema Solar, parece sugerir que o mesmo deva ter ocorrido em nosso planeta. Assim, a ruptura da crosta pode ter sido o resultado de impactos de vários asteroides [29], os quais ao atravessarem a crosta teriam liberado, de maneira repentina e violenta, volumosas quantidades de águas subterrâneas armazenadas, a princípio, na própria interface

crosta-manto (MOHO - Ver Figura 1) [30].

A grande quantidade de água, projetada através das "janelas do céu", na verdade, corresponde às águas estabelecidas "sobre" a atmosfera, pelo próprio Deus, no segundo dia da criação [31]. A hipótese de um invólucro atmosférico de água ou vapor, no céu ante-diluviano, tem sido considerada por vários criacionistas, pois também contribui para uma melhor compreensão de dois importantes aspectos: a longevidade dos patriarcas ante-diluvianos e o clima agradável e uniforme que então existia [32].

As Rochas Sedimentares

A ação violenta das águas diluvianas provocou intensa erosão, remoção e posterior deposição dos materiais rochosos de cobertura e dos seres vivos, em toda a superfície da crosta terrestre. A grande extensão e relativa uniformidade de muitas camadas sedimentares, bem como a diferenciação estratigráfica dos fósseis, apontam para um cenário pré-diluviano com as seguintes características: uma crosta continental coberta por estratos sedimentares (evidentemente afossilíferos), extensos e bem delimitados, em termos litológicos e estruturais, conformando um relevo de formas suaves; as plantas e animais estariam distribuídos de uma maneira setorizada topograficamente, e eventualmente diferenciados geograficamente. Esta possível disposição dos seres vivos, denominada de "zoneamento paleo-ecológico", tem sido considerada pela maioria dos criacionistas.

Os paleontólogos têm, frequentemente, a oportunidade de examinar os detalhes, impressionantemente preservados, de determinados fósseis, principalmente, os ictiolitos (fósseis de peixes). Essa preservação, irrefutavelmente, está vinculada a processos de rápido soterramento, envolvendo em alguns casos, uma enorme quantidade de peixes, como se verifica na Formação Santana (Ceará). Ocorrências como esta só podem ser explicadas aceitando-se a realidade do Dilúvio bíblico.

Fósseis de peixes e de outros seres marinhos são encontrados, abundante e frequentemente, em estratos sedimentares continentais, indicando que o mar invadiu vastas áreas continentais no passado. O início dessa invasão ou transgressão pode ser detectado nas rochas sedimentares de todo o mundo, no intervalo de tempo compreendido entre o "Ordoviciano" e o "Devoniano". Na verdade, este tempo corresponde, aproximadamente, aos 30 dias finais do período de 40 dias de chuvas do Dilúvio [33]; ou seja, este período foi o suficiente para que os processos de transgressão marinha estivessem presentes em todas as áreas continentais.

Analisando-se as três grandes bacias sedimentares do continente sul-americano (Bacias do Paraná, Amazonas e Parnaíba - Ver Figura 4), verifica-se uma transgressão marinha generalizada no "Devoniano". Especificamente, na Bacia do Paraná, após a transgressão inicial, ocorreram flutuações transgressivas e regressivas, porém em um cenário em que as invasões marinhas foram predominantes, até ser atingido um clímax do processo transgressivo no "Permiano" (Formação Irati). Esta descrição se enquadra perfeitamente no período de 110 dias, em que efetivamente os continentes foram invadidos pelo mar, os quais, se somados aos 40 iniciais, resultam nos 150 dias em que as águas permaneceram (prevaleceram) sobre a terra [34]. As flutuações transgressivas/regressivas podem ser atribuídas aos movimentos de marés, quando então foram formados os ritmitos (alternância de dois tipos de camadas, de pequenas espessuras) e os ciclotemas (repetição de sequências de diferentes estratos).

As águas começaram a recuar a partir do "Permiano". Os processos regressivos passam então a ser predominantes, de tal forma, que a partir do "Triássico" a sedimentação da Bacia do Paraná se processa em ambiente exclusivamente continental. Entre o "Permiano" e o "Cretáceo" verifica-se uma tendência mundial de transporte e deposição de sedimentos em paleoambientes "desérticos". Características texturais e estruturais de determinados arenitos (formados no referido intervalo de tempo), em várias partes da superfície terrestre, apontam para a atuação de ventos fortíssimos na formação de gigantescas dunas, processo este perfeitamente compatível com a descrição bíblica: "... e Deus fez passar um vento sobre a terra..." [35]. Arenitos eólicos na Bacia do Paraná estão notavelmente representados pela Formação Botucatu (sequência "juro-cretácea"), que se estende por aproximada-

mente um milhão e meio de quilômetros quadrados [36].

Em paleoambientes onde tenha prevalecido a sedimentação eólica, é possível constatar-se a presença de determinadas feições lito-estruturais e paleontológicas (vestígios de pegadas de répteis), indicativas de processos sedimentares aquosos. Nos desertos atuais, não é raro observar-se a ocorrência de chuvas torrenciais esporádicas ou mesmo rios efêmeros. Convém ainda ressaltar que os processos sedimentares catastróficos do Dilúvio bíblico, não foram necessariamente ou exclusivamente comandados pela ação geológica de águas marinhas e continentais. Assim, a presença das referidas feições lito-estruturais e paleontológicas, não devem ser utilizadas como argumento ou prova de que toda Formação Botucatu ou outras formações congêneres foram formadas pela ação da água, como sugerem alguns criacionistas [37].

As rochas sedimentares, por certo, contêm inúmeras informações que apontam insofismavelmente para as ações geológicas extremamente rápidas e abrangentes, ocorridas durante a "grande catástrofe". Os turbiditos (rápido deslizamento e deposição de extensas camadas de sedimentos, em ambientes submarinos); a ausência de irregularidades topográficas entre os sucessivos estratos sedimentares; a comprovação experimental do curto intervalo de tempo, em condições normais de pressão e temperatura, necessários para um sedimento transformar-se em rocha sedimentar [38]; a demonstração, em laboratório, do mecanismo rápido e eficiente de "fossilização" onde o carbonato de cálcio é substituído por sílica [39]; e muitas outras evidências, frequentemente observadas, forçosamente nos induzem a imaginar a maneira, extraordinariamente rápida, com que se efetuou o empilhamento de camadas e sua posterior erosão e/ou consolidação, nas grandes bacias sedimentares.

Vulcanismo Basáltico

Muito embora os processos de regressão marinha estejam claramente delineados, nas rochas sedimentares da Bacia do Paraná, já no "Permiano", o mesmo não ocorreu, necessariamente, nas demais regiões da superfície da Terra. As placas litosféricas, movimentando-se tanto no sentido vertical como horizontalmente, e os colossais volumes de lavas basálticas extravasadas em várias partes do mundo (nos continentes e oceanos), certamente, originaram um cenário tal, que o recuo dos mares, ou oceanos, não poderia se desenvolver de maneira uniforme, ocorrendo inclusive trangressões marinhas em determinadas áreas continentais. Como exemplo, citamos a significativa transgressão marinha ocorrida no continente norte americano, no "Cretáceo".

Nessa mesma ocasião, no Hemisférico Sul, imediatamente antes de se iniciar a separação das placas componentes do mega-continente "Gondwana", verifica-se a mais extensa manifestação vulcânica de natureza continental, na superfície terrestre. Considerando-se apenas o continente Sul-Americano, este mesmo evento magmático desenvolveu-se de maneira proeminente na Bacia do Paraná, em uma área de 1.200.000 km^2. Estimando-se o valor de 660 m para a espessura média do pacote magmático, contendo os sucessivos derrames (Formação Serra Geral), atinge-se a impressionante cifra de 750.000 km^3 de volume de material extrusivo.

Esta extraordinária manifestação de energia vulcânica, na verdade, constitui apenas um episódio do Dilúvio bíblico, dentre muitos outros de igual magnitude. Na Índia, estima-se que o volume total dos derrames "cretácicos" do Deccan, ultrapasse 1.000.000 km^3 [40]. Apenas um único derrame ("Pomona"), dos basaltos do Grupo Rio Columbia (EUA), provavelmente tenha percorrido a impressionante distância de 550 km, no "Mioceno", abrangendo uma área de 18.000 km^2 [41]. Fenômenos magmáticos, semelhantes aos exemplos então apresentados, são exclusivos de uma época em que a vida era impossível, para qualquer ser vivente que porventura habitasse em áreas continentais [42].

Durante os 12 últimos anos, o autor do presente trabalho desenvolveu pesquisas sobre estes mesmos derrames de lavas basálticas, especialmente aqueles que ocorrem no Estado de São Paulo[43]. Neste período, foram visitados inúmeros afloramentos, especialmente os extensos cortes de rochas inalteradas, nas obras de escavação das grandes usinas hidrelétricas do Estado. Uma determinada feição, invariavelmente presente nos derrames basálticos, denominada "junta-falha", despertou a

atenção do autor. Ao estudá-la pormenorizadamente, verificou que sua origem aponta para uma rápida superposição dos vários derrames. Na realidade, antes de se completar a solidificação de um determinado derrame, este já teria sido sobreposto por vários outros derrames. Assim, em um curto intervalo de tempo, acumulou-se o espesso pacote de lavas basálticas da Bacia do Paraná.

O "entablamento", uma interessante feição estrutural observada menos frequentemente nos basaltos da Formação Serra Geral, constitui também objeto de pesquisas desenvolvidas pelo autor [44]. Evidências mineralógicas, petrográficas e estruturais apresentadas pelo "entablamento" (rocha intensamente fraturada e de textura quase vítrea), indicam, sem sombra de dúvida, um processo de resfriamento extremamente rápido da lava. Na verdade, esse resfriamento se desenvolveu quando o derrame se encontrava submerso.

Em 1973, verificou-se, *in situ*, a formação de basaltos com estrutura tipo "entablamento", por ocasião da erupção "Heimaey" na Islândia [45]. Água, em grande quantidade, foi bombeada sobre o derrame de lava basáltica, na tentativa de impedir seu fluxo e desviá-lo para fora do povoado local. A área submetida a este processo (7.000m^2) ficou envolvida por vapor d'água. Furos de sondagem revelaram, posteriormente, que a frente de solidificação da lava propagava-se na taxa de 90 centímetros por dia. Quando a solidificação se completou, procedeu-se à escavação do corpo de lava. A rocha recém formada, apresentou as mesmas características do "entablamento".

O processo de resfriamento e solidificação do derrame "Heimaey", demonstra mais claramente o pequeno intervalo de tempo requerido para a solidificação de derrames de lava basáltica. Processo rápido de resfriamento, semelhante ao verificado no "entablamento", deve também ocorrer nas proximidades dos centros de separação das placas litosféricas [46]. Assim, as extensas áreas basálticas dos assoalhos oceânicos podem ter sido originadas pelo sucessivo acréscimo lateral de lavas, à medida que a crosta se expandia rapidamente.

Movimento das Placas Litosféricas

Provavelmente, os mais fascinantes temas no vasto campo do conhecimento geológico situam-se coincidentemente no "Cretáceo". O intenso e extenso vulcanismo basáltico no Hemisfério Sul; a queda de imensos meteoritos; a grande mortandade dos gigantescos dinossauros; o movimento de separação das placas tectônicas, são assuntos, dentre outros, que via de regra nos despertam a atenção. Para alguns geólogos, os grandes transtornos deste período teriam sido provocados pelos impactos de meteoritos [23,47].

As dúvidas quanto à própria existência das correntes convectivas; a dificuldade em se encontrar um outro mecanismo adequado, capaz de mover enormes placas litosféricas por longas distâncias; os problemas, já mencionados, referentes ao desenvolvimento da Placa Africana, e outras interrogações, induzem os criacionistas a rejeitarem, pelo menos parcialmente, a teoria da Tectônica de Placas [48], ou ainda, os estimulam à adoção de outras hipóteses paralelas. Uma delas é exatamente a teoria dos impactos de meteoritos [49] ou mesmo, do impacto de apenas um gigantesco meteorito, que teria sido suficiente para provocar a deriva de todas as placas [50].

Intumescências (levantamentos) de vastas áreas da crosta, que não teriam ultrapassado alguns poucos quilômetros, se ajustam a vários modelos geológicos. No entanto, "soerguimentos" extremamente maiores são considerados pelos adeptos da audaciosa hipótese da "expansão volumétrica da Terra". Segundo este modelo, o raio terrestre teria aumentado várias centenas de quilômetros. A expansão não teria se desenvolvido uniformemente (diferentes taxas de expansão ao longo da superfície da Terra). Nesse sentido, os movimentos verticais diferenciados da crosta (soerguimentos e subsidências) não seriam possíveis [51]. Supõe-se, conforme este modelo, o globo terrestre com um raio, inicialmente, equivalente a 60-70% do raio atual. A paleogeografia ante-diluviana teria sido então dominada pela porção seca, separada por estreitos mares ou canais marinhos. As águas do Dilúvio teriam coberto a superfície da Terra, antes de sua expansão, sendo que esta pode ter sido desencadeada pelo impacto de asteroides [52].

A análise imparcial de todos os modelos apresentados, em um contexto criacionista, revela que nenhuma das teorias é comple-

ta. Determinados postulados de uma, anulam certas suposições de outra. Seria possível um ajuste em torno dos pontos em comum? Na verdade, em pelo menos dois aspectos há consenso: as placas litosféricas realmente se deslocaram, originando novos oceanos; as grandes cadeias montanhosas, ao redor do mundo, não existiam antes destes deslocamentos e, para sua formação, teriam sido necessários esforços horizontais compressivos.

As grandes cadeias de montanhas (Andes - Figura 4 -, Rochosas, Himalaia, Alpes, etc.), representam, na realidade, a expressão fisiográfica dos cinturões orogênicos. Estes cinturões estão intimamente associados ao movimento das placas litosféricas, pois formaram-se, principalmente, ao longo das margens ou próximo ao limite das placas. O desenvolvimento destas grandes estruturas iniciou-se logo nos primeiros momentos do Dilúvio; semelhantemente às bacias sedimentares, os cinturões orogênicos, inicialmente extensas depressões alongadas, foram preenchidos com espessos pacotes de sedimentos. Posteriormente, intensas manifestações magmáticas afetaram o pacote sedimentar, sendo este também energicamente deformado por esforços tangenciais. Expressivos levantamentos dessas cadeias montanhosas (orogênese) ocorreram então, especialmente no "Paleoceno-Eoceno", elevando camadas de origem marinha a milhares de metros de altura.

Nos dias atuais, os cinturões orogênicos ou zonas convergentes (Ver Figura 3), constituem as regiões da Terra onde se concentram as principais ocorrências de vulcanismos e terremotos. Estes eventos, quando as placas estão se movimentando poucos centímetros por ano, não podem ser comparados com aqueles que se manifestaram durante o Dilúvio, ocasião em que as placas se deslocaram muito mais rapidamente (vários quilômetros por dia). Terremotos e maremotos violentíssimos se manifestaram durante todo o Dilúvio, especialmente no "Cretáceo".

Fim do Dilúvio

É interessante notar que a arca de Noé "repousou" no sétimo mês, ou no "Permiano". Durante os violentos eventos do "Cretáceo", Noé, sua família e os demais ocupantes da arca estavam bem protegidos, pois a arca estava flutuando em um grande lago, a aproximadamente 4.000 metros de altura, rodeado pelas montanhas do Ararat.

As intensas atividades orogênicas no "Paleoceno-Eoceno", o soterramento generalizado dos mamíferos no "Oligoceno-Mioceno", as violentas manifestações vulcânicas no Hemiférico Norte ("Mioceno"), nos permitem construir um cenário, certamente, inviável para o início do repovoamento da terra, a partir da arca. A ordem de Deus, para que Noé, sua família e as demais criaturas saíssem da arca e se multiplicassem, repovoando uma terra que não mais seria destruída por um Dilúvio, provavelmente não poderia ter sido proferida antes do "Plioceno". Segundo os geólogos, no "Plioceno" é possível reconstituir um panorama bem mais favorável, que em muitos aspectos é semelhante ao atual.

Os sobreviventes do Dilúvio enfrentaram um mundo hostil, que se recuperava lentamente dos efeitos do grande cataclisma. Esporadicamente, fenômenos geológicos e/ou climáticos, de maior intensidade, se sobressaíram em um cenário de vagarosa e gradual estabilização da Terra. Nessa fase da história geológica de nosso planeta, destaca-se a glaciação "pleistocênica", no Hemisférico Norte. Fenômeno semelhante pode ter se desenvolvido, no inverno do Hemisfério Sul, na época do Dilúvio (glaciação "permo-carbonífera").

Alguns descendentes de Noé, provavelmente marginalizados e destinados a lutar pela sobrevivência sob condições extremamente precárias, se degeneraram física e mentalmente e, em muitos casos, foram vítimas das catástrofes secundárias pós-diluvianas, sendo então soterrados pelas camadas sedimentares mais recentes. A Paleoantropologia evolucionista, interpreta os restos destas criaturas menos favorecidas, como elos perdidos entre os símios e o homem moderno, quando na verdade estes seres humanos viveram contemporaneamente às grandes civilizações antigas [53].

CONCLUSÕES

Nossa mente, finita e enfraquecida pelo pecado, não pode compreender a história geológica tão tumultuada de nosso planeta, em todos os seus detalhes. No entanto, as Sagradas Escrituras, as descobertas científicas e a própria natureza nos testificam inequivocamente que, há pouco mais de 4.000 anos atrás, a superfície

da crosta terrestre foi totalmente destruída e remodelada pelas águas de um Dilúvio de amplitude mundial. Acrescentando-se ao relato do Dilúvio, a revelação das origens e dos eventos que estão ainda por acontecer, podemos traçar, em linhas gerais, os principais acontecimentos que, em maior ou menor grau, modificaram ou mesmo transformarão a crosta terrestre (Figura 5):

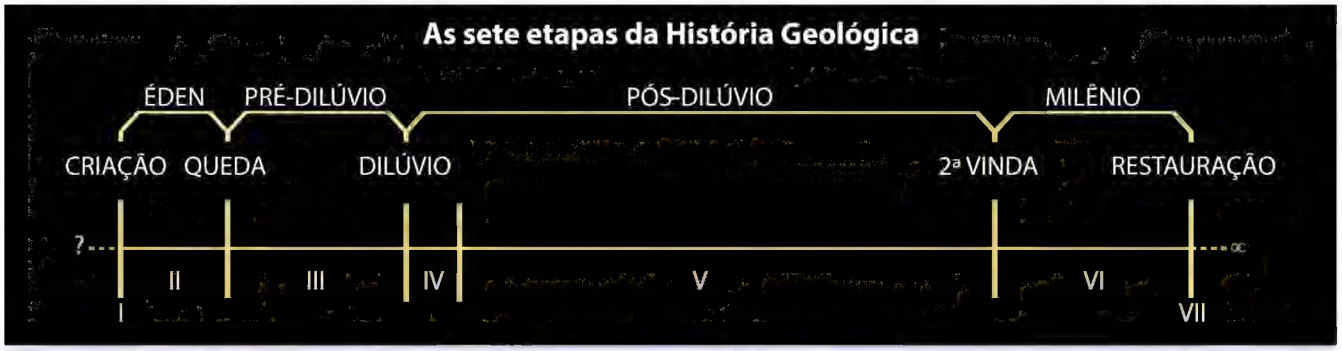


Figura 5 - As 7 etapas da história geológica da Terra

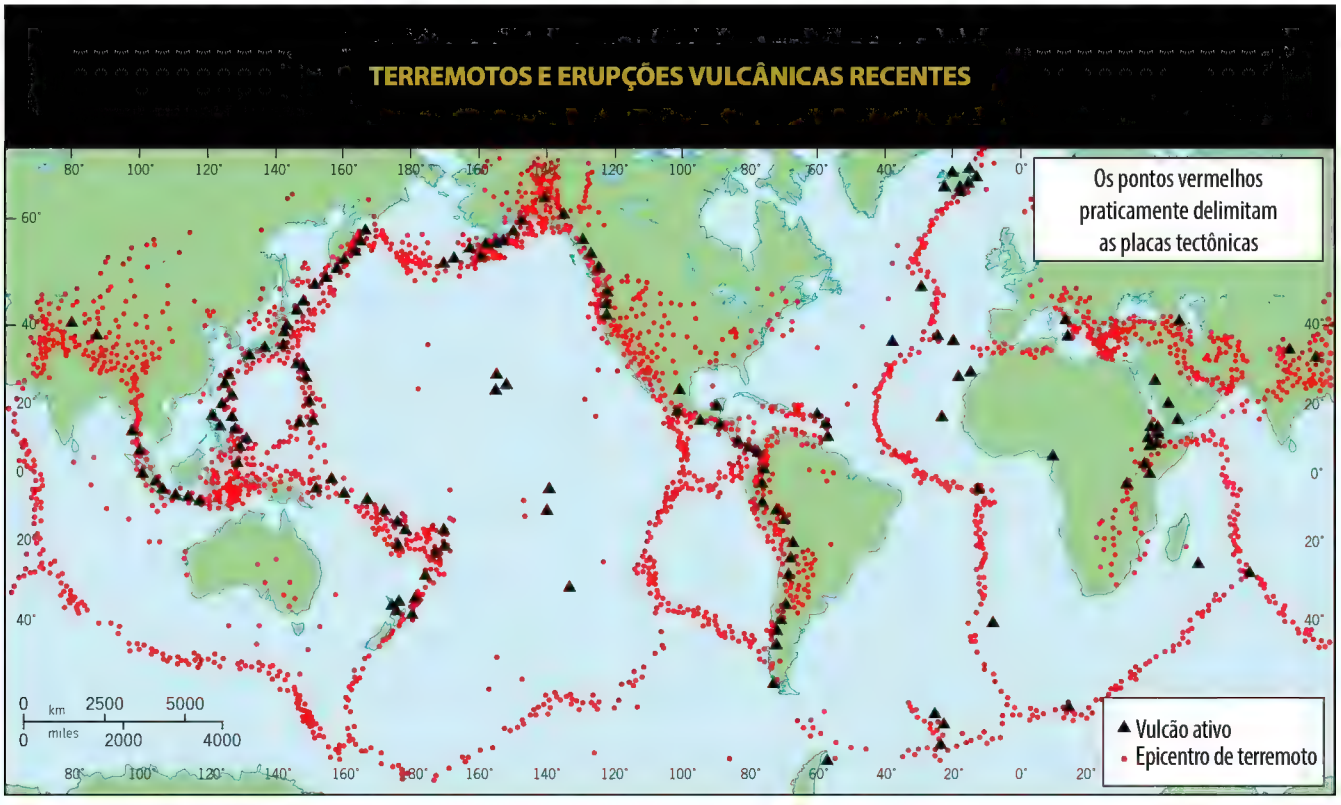
I. A Terra sem forma e vazia (Gênesis 1:2)
II. A Terra perfeita (Gênesis 1:31)
III. A origem dos fósseis "pré-cambrianos"(Gênesis 3:17-19)
IV. O Dilúvio e seus efeitos secundários (Gênesis 7:11 - 8:14)
V. A Terra em seu estado atual (Gênesis 8:22; Isaias 24:4-6)
VI. A Terra escura e vazia (Apocalipse 20:1-3; Jeremias 4:23-27)
VII. A Terra restaurada (Apocalipse 21:1)

As descobertas científicas mais recentes, no campo da geologia, paleontologia, arqueologia e ciências afins, têm com frequência favorecido os postulados da estrutura conceitual criacionista. Por outro lado, as mesmas descobertas geralmente causam transtornos e divisão entre os evolucionistas. Provavelmente, a maior descoberta arqueológica de todos os tempos, a arca de Noé, esteja sendo reservada providencialmente para, no momento certo, ser revelada ao mundo como um monumento prestando silenciosamente sua homenagem ao Criador e Mantenedor da vida, o mesmo Deus que amorosamente deseja implantar em nosso ser a Sua própria imagem, para que possamos habitar eternamente, em Sua companhia, no novo céu e na nova Terra, finalmente restaurados.

Referências

1. Hebreus 11:1 e 3.
2. Folha Criacionista, nº. 1 (Estatuto da SCB - Artigos 5, 6 e 7), p. 3, 1972.
3. Gênesis 1:1.
4. Gênesis 1:8.
5. Gênesis 1:14, 15, 17, 20, 26 e 28.
6. Gênesis 1:9 e 10.
7. Jó 38:4-6; Salmos 104:5.
8. Gênesis 2:1 e 4; Isaias 48:13.
9. Êxodo 20:11.
10. Hebreus 4:3; Isaias 45:18.
11. Isaias 24:4-6.
12. Isaias 65:17; 66:22; II Pedro 3:13; Apocalipse 21:1.
13. CLAUSEN, B.L. (1989) - *Reflexões sobre a Determinação da Idade da Terra*. *In Seminários sobre Criacionismo* - IAE (trad.), p. 24-30.
14. Folha Criacionista, nº 28 (*A Velocidade da Luz e a Idade do Universo*), p. 21-32, 1983.
15. Gentry, R.V. (1988) - *Creation's Tiny Mystery*. Earth Science Associates, Knoxville, Tennessee, EUA, 347p.
16. Raleigh, C.B. (1987) - *Os mais Profundos Poços do Mundo*. *Encyclopaedia Britannica* - Livro Ciência & Futuro, pp. 91-105.
17. Davis, G.H. (1984) - *Plate Tectonics*. In *Structural Geology of Rocks and Regions*. John Wiley & Sons, Inc., p. 166.
18. Hasui, Y.; Mioto, J.A. (1992) - *Teoria das Placas*. *In Geologia Estrutural Aplicada*. ABGE/Votorantim, p. 136.
19. Hasui, Y.; Mioto, J.A. 1992) - *Teoria das Placas*. *In Geologia Estrutural Aplicada*. ABGE/Votorantim, p. 82.
20. Takeuchi, H.; *et alii* (1974) - *A Terra, um Planeta em Debate - Introdução à Geofísica pela Análise da Deriva Continental*. EDART-EDUSP, São Paulo, 186 pp.
21. O'Nions, R.K.; Parsons, B. (1989) - *Seismic Tomography and Mantle Circulation*. University Press, Cambridge, 442 pp.
22. Beloussov, V.V. (1971) - *Problemas Básicos de Geotectônica*. Edições Omega, S.A. (Trad.), Barcelona, 854 pp.
23. Alt, D.; Sears, J.M.; Hyndman, D.W. (1988) - *Terrestrial Maria: The Origins of Large Basalt Plateaus, Hotspoot Tracks and Spreading Ridges*. *Journal of Geology*, vol. 96, nº. 6, pp. 647-662.
24. Clark Jr., S.P. (1973) - *Estrutura da Terra*. EDUSP (Trad.), 121 pp.
25. Leinz, V.; Amaral, S.E. (1980) - *Geologia Geral*. Comp. Editora Nacional (8ª edição), 397 pp.
26. IPT (1990) - *Catálogo das Rochas Ornamentais do Estado de São Paulo*.
27. São Mateus 24:37-39.

28. Gênesis 7:11.
29. Folha Criacionista, nº 41, (1989).
30. Cox, D.E. (1981) - *On the Vertical Movements of the Earth's Crust*. *Creation Research Society Quarterly*, vol. 18, nº 2, pp. 112-116.
31. Gênesis 1:7.
32. Folha Criacionista, nº 15 (p. 5-15); nº 19 (p. 23-42); nº 28 (pp. 5-19).
33. Gênesis 7:17.
34. Gênesis 7:24.
35. Gênesis 8:1.
36. Petri, S.; Fúlfaro, V.J. (1983) - Geologia do Brasil - EDUSP, São Paulo, 631 pp.
37. Brand, L. R. (1978) - *Footprints in the Grande Canyon*. *Origins*, vol. 5, nº 2, Loma Linda, California, pp. 64-82.
38. Paraguassu, A.B. (1968) - *Contribuição ao Estudo da Formação Botucatu: Sedimentitos Aquosos, Estruturas Sedimentares e Silicificação*. Tese de Doutoramento, EESC-USP, 131 pp.
39. Paraguassu, A.B. (1972) - *Estudo Experimental de Processo Geológico de Substituição de Carbonato por Sílica*. Tese de Livre Docência, EESC-USP, 71 pp.
40. Choubey, U.D. (1973) - *Long Distance Correlation of Deccan Basalt Flows, Central India*. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 84, pp. 2785-2790.
41. Hooper, P.R. (1982) - *The Columbia River Basalts*. *Science*, vol. 17, nº 1, pp. 15-28.
42. Gênesis 7:21-23.
43. Souza Jr. N.N. (1986) - *Feições Lito-Estruturais de Interesse Geológico e Geotécnico em Maciços Basálticos*. Dissertação de Mestrado, EESC-USP, 183 pp.
44. Souza Jr. N.N. (1992) - *O "Entablamento" em Derrames Basálticos da Bacia do Paraná: Aspectos Genéticos e Caracterização Geotécnica*. Tese de Doutoramento. EESC-USP, 257 pp.
45. Björnsson, H. *et alii* (1982) - *Penetration of water into Hot Boundaries of magma at Grimsvotn*. *Nature*, vol. 295, nº 5850, pp. 580-581
46. Lister, C.R.B. (1977) - *Qualitative Models of Spreading-Center Process, Including Hydrotermal Penetration*. *Tectonophysics*, vol. 37, nº 1-3, pp. 203-218.
47. Alvarez, L.W., *et alii* (1980) - *Extra-Terrestrial Cause for the Cretaceous Tertiary Exctinction*: *Science*, vol. 208, nº 4448, p. 1095-1108.
48. Burdick, C.L. (1980) - *A critical look at Plate Tectonics and Continental Drift*. *Creation Research Society Quarterly*, vol. 17, nº 02, pp. 111-114.
49. Northrup. B.E. (1987) - *Mountains, Meteorites and Plate Tectonics*. *Creation Research Society Quarterly*, vol. 24, nº 3, pp. 125-129.
50. Fischer, J.M. (1992) - *Dividing the Earth*. *Creation Research Society Quarterly*, vol. 28, nº 4, pp. 116-169.
51. Morton, G.R. (1987) - *Mountain Synthesis on an Expanding Earth*. *Creation Research Society Quarterly*, vol. 24, nº 2, pp. 53-61.
52. Unfred, D.W. (1986) - *Flood and Post-Flood Geodynamics: an Expanded Earth Model*. *Creation Research Society Quarterly*, vol. 22, nº 4, pp. 171-179.
53. Jó 30:3-8.
54. Almeida, F.F.M.; Hasui, Y. (1984) - *O Pré-Cambriano do Brasil*. Editora *Edigard* Blucher Ltda. São Paulo, 378 pp.



COLUNA GEOLÓGICA E GEOCRONOLOGIA

DATAÇÃO ABSOLUTA E RELATIVA

Os Editores da Folha Criacionista apresentam, para complementar o artigo anterior e para integrar o conjunto de notícias que seguirão, a tradução do verbete "Dating, Relative and Absolute", constante do volume 5 da "Macropaedia", páginas 496-513, da "Encyclopaedia Britannica", 5ª ed. 1974.

Editores

Introdução dos Editores

A datação através de métodos baseados na desintegração radioativa dos elementos químicos passou a assumir foros de verdade absoluta, com o decorrer do tempo, mormente em face da estrutura conceitual evolucionista que também passou a permear os fundamentos da ciência moderna. Nada melhor do que procurar compreender, nesse contexto, as limitações que pesam sobre esses métodos de datação. E, para isso, o testemunho insuspeito de uma fonte abalizada como a Enciclopédia Britânica sem dúvida constitui fator bastante ponderável. Assim, para complementar o artigo anterior e para integrar o conjunto de notícias que seguirão, os Editores da Folha Criacionista apresentam, a seguir, a tradução do verbete "Dating, Relative and Absolute", constante do volume 5 da *Macropaedia*, páginas 496-513, da *Encyclopaedia Britannica* 5ª ed., 1974.

Artigos publicados em números anteriores da Folha Criacionista, sobre o mesmo assunto, poderão também ser consultados para completar o quadro contraditório dos métodos de datação baseados na radioatividade:

- **Datação com Radiocarbono**
  R. H. Brown
  Folha Criacionista número 1 - abril 1972
- **Um exame crítico da datação radioativa das rochas**
  Sidney P. Clementson
  Folha Criacionista número 3 - abril 1973
- **Datação com Carbono Radioativo**
  A. J. "Mounty" White
  Folha Criacionista número 7 - julho 1974
- **Um exame crítico da datação com Radiocarbono à luz de dados dendrocronológicos**
  Sidney P. Clementson
  Folha Criacionista número 11 - novembro 1978
- **Crise na calibração do Radiocarbono**
  David J. Tyler
  Folha Criacionista número 19 - novembro 1978
- **Datas espúrias obtidas com o Carbono-14**
  Nature março 1970
  Folha Criacionista número 3 - abril 1973
- **O Carbono-14 atmosférico e as oscilações solares de escala secular**
  Nature 30 março 1989
  Folha Criacionista número 42 - março 1990

Considerações Gerais

Significado de idade absoluta

A idade absoluta é o intervalo de tempo decorrido desde a ocorrência de um evento passado, e deve ser compreendida em termos do próprio evento.

... Na maioria dos casos a idade de uma rocha é o número de anos que passaram até ela chegar à sua situação atual. Dizer que uma rocha tem um bilhão de anos significa que ela se cristalizou, depositou ou sofreu seu último metaformismo há um bilhão de anos, dependendo de ser ela uma rocha ígnea, sedimentar ou metamórfica. Por outro lado, se a rocha for um fragmento de granito que foi trabalhado para tornar-se um utensílio, sua idade será o tempo decorrido desde a manufatura do utensílio, e não desde a cristalização do granito. ... Em certas situações peculiares, este tipo de diferença poderá vir a ser crucial para a compreensão ou a aplicação da datação procedida.

Requisitos para datação

É essencial para a datação a existência de um registro do decurso do tempo. A partir da existência de tal registro, todos os esquemas de datação absoluta compreendem três elementos:

1. Um ponto de partida discernível que define o significado da idade absoluta,
2. Um ponto terminal discernível, e
3. Uma taxa de variação existente entre esses dois pontos.

Um bom exemplo disso se encontra em uma árvore recém-cortada que apresenta em seu tronco o registro do tempo sob a forma de aneis de crescimento. O ponto de partida é o anel mais interno, e o ponto terminal é o anel mais externo, existindo entre ambos, outros aneis, formados à razão de um anel por ano. Assim, 100 aneis indicam que a árvore cresceu continuamente desde 100 anos atrás até o seu recente abatimento. Dir-se-á que a árvore tem 100 anos, muito embora todos os seus aneis, exceto o mais interno, tenham menor idade do que essa.

Entretanto, nesse exemplo, para que 100 anos constituam a idade correta, duas premissas que foram tacitamente aceitas deveriam também ser corretas. Primeiro, deveria existir um registro físico anual, ou em outras palavras, os aneis deveriam ter sido formados continuamente. Segundo, a taxa de formação de aneis deveria ser exatamente de um anel por ano. A validade dessas duas premissas depende, de fato, de um exame detalhado das configurações de crescimento de muitas árvores, representando espécies distintas e diferentes ambientes. Usualmente, tem sido considerado que essas premissas são verdadeiras, apesar de terem sido observadas exceções. Existe, na realidade, uma imprecisão associada à determinação daqueles 100 anos de idade, cujo valor depende da espécie de árvore e do ambiente no qual ela se desenvolveu. Fica implícita nesta discussão a hipótese de que o crescimento das árvores examinadas para a convalidação das hipóteses feitas, durante o período de sua observação, tenha sido típico do crescimento ocorrido nos anos anteriores.

Outra hipótese envolve a data do início do crescimento. Se o tronco da árvore sendo examinado ficou exposto, não mediante o seu corte efetuado hoje, mas mediante processos naturais diversos, como por exemplo a queda da árvore devido a um vendaval em um passado desconhecido, a contagem dos aneis estabeleceria tão somente a idade da árvore no instante de sua morte, e não o tempo decorrido desde o início de seu crescimento até hoje. O registro dos aneis indicaria a variação climática secular em ambos os casos, só que no segundo caso não existiria um ancoramento da cronologia, que se tornaria assim uma cronologia flutuante. Cronologias flutuantes têm muito menos valor do que cronologias fixas, isto é, que apresentem ancoramento seguro.

O exemplo anterior destaca cinco questões que devem ser consideradas para a avaliação de qualquer método proposto para a determinação de idades absolutas:

1. Qual o registro físico de tempo que está disponível?
2. Esse registro é completo?
3. É claramente discernível o ponto terminal do registro?
4. A que instante cronológico corresponde o ponto terminal do registro?
5. A taxa da formação do registro é determinável? (nesse caso qual a sua confiabilidade?)

Taxa da formação do registro

Os registros físicos utilizados nas datações absolutas deixam muito a desejar quanto à sua inteireza e clareza. O problema

crucial, entretanto, nas datações absolutas, geralmente reside na taxa de formação do registro. O procedimento usual é medir a taxa atual e supor que ela tenha prevalecido durante todo o período da formação do registro. Se houvesse boas razões teóricas e práticas para a constância dessa taxa, esse procedimento seria satisfatório, porém existem na natureza muitas condições variáveis que podem alterar as taxas das transformações. É por essa razão que a datação radiométrica alega ocupar uma posição de supremacia; parece não existir nenhuma maneira possível de variação ambiental que modifique a taxa do decaimento radioativo.

Datação Radiométrica

Causas de erro

Se for comprovado erro na datação radiométrica, sua origem provirá de uma das três causas seguintes - a medida, a interpretação, ou as hipóteses feitas.

Erros de medida podem ser cometidos de várias maneiras. A maioria dos isótopos importantes provenientes da desintegração radioativa encontra-se em quantidade extremamente reduzida - por exemplo, no nível de microgramas, frequentemente - e o problema da contaminação com a poeira do ar ou as impurezas dissolvidas nos reagentes do laboratório pode ser bastante significativo. Falha humana e erro experimental são problemas constantes, e tornam-se mais significativos em função das baixas concentrações envolvidas. A contaminação e as falhas humanas são controladas não somente mediante a adoção de certas precauções quanto aos procedimentos e ao ambiente, levando em conta a análise prévia dos problemas eventuais, mas também mediante a duplicação das medidas, o que pode apontar a existência de erros acidentais. Para a detecção de erros sistemáticos, duas abordagens distintas são possíveis - a comparação de resultados obtidos em laboratórios diferentes, e a utilização de diferentes métodos de datação.

O valor real de uma idade radiométrica geralmente reside no fato de ser ela uma chave para descortinar a idade de um acontecimento passado. Na exploração desse valor, entretanto, existe o perigo de aquilo que está sendo efetivamente datado não ser exatamente o que se pensa que foi datado. Como ilustração de um erro de interpretação, imagine-se um grupo de pessoas, no passado remoto, que colheu e queimou gravetos em suas fogueiras. Milhares de anos depois um arqueólogo descobre os restos da madeira carbonizada e efetua sua datação com o método do Carbono-14. Em seu relatório final publica então esse arqueólogo a idade radiocarbono da época em que a tribo alí esteve, e não da época em que a madeira foi fotossintetizada. Embora esse pesquisador possa não ter estado alerta quanto ao que representa uma idade radiocarbono, é mais provável que ele tenha feito certa hipótese sem explicitá-la - que o intervalo de tempo decorrido entre a fotossíntese dos gravetos e a sua conversão em restos carbonizados foi desprezível em comparação com o erro de medida inerente ao processo de datação com o radiocarbono. De fato, se os gravetos tivessem já 500 anos ao serem queimados, os seus cálculos estariam afetados com o erro de 500 anos. Este erro seria tão somente um erro de interpretação, nada tendo a ver com as medidas efetuadas, ou com as hipóteses inerentes ao processo de datação com o Carbono 14. Exemplos semelhantes poderiam ser dados com os outros métodos de datação radioativa.

A maior parte dos esforços feitos para tornar precisas as datações radiométricas centraliza-se no âmbito dos erros resultantes de hipóteses feitas. De todas as hipóteses, nenhuma é tão significativa quanto à que pressupõe a existência de um sistema fechado, isto é, de que a amostra tenha permanecido da mesma maneira como originalmente, exceto quanto às alterações produzidas pela desintegração radioativa. Esta é uma hipótese razoável, mas pode não ser defensável em todos os casos.

Uma segunda hipótese importante é a de que uma amostra inicia sua vida sem átomos resultantes de desintegração. Se isso não acontecer, ela já aparentará certa idade no instante zero, e no decorrer do tempo esta idade "embutida" corresponderia ao erro inerente à medida da sua idade. Esta segunda hipótese jamais é válida no senso mais estrito, e existem alguns casos nos quais ela nem mesmo é válida na prática. Por exemplo, uma substância tão simples quanto o cloreto de Sódio (ou sal de cozinha) deveria ser composta de átomos de Cloro e de Sódio. Entretanto, na realidade da cristalografia torna-se regra, e não exceção, a

substituição de átomos da malha cristalina do cloreto de Sódio por outros átomos distintos. Isto é particularmente verdadeiro quando o meio a partir do qual estão sendo formados os cristais (por exemplo magma ou água do mar) apresenta composição diversificada. De fato, as substâncias cristalinas variam grandemente no seu poder inerente de excluir átomos estranhos durante a formação de sua malha cristalina, embora nenhuma substância se forme absolutamente pura. Na datação de amostras, um isótopo que estivesse presente no momento da cristalização torna-se significativo somente quando sua proporção for maior ou comparável à quantidade do mesmo isótopo acumulada pela desintegração radioativa.

Na datação radiométrica qualquer elemento resultante de desintegração, que estivesse presente no instante zero, recebe a qualificação de "comum". Por exemplo, o Chumbo que se cristalizasse juntamente com o Urânio no mesmo mineral seria chamado de "Chumbo comum". Sem serem feitas as devidas correções, o Chumbo comum acarretaria uma idade radiométrica bastante avançada; sua presença deve ser detectada para serem feitas as devidas correções.

Os laboratórios que efetuam medidas de idades radiométricas não são os mesmos que medem as meias-vidas. Os laboratórios de radiometria simplesmente inserem em seus cálculos cronológicos o valor da meia-vida correntemente tido como o mais aceitável pelos físicos especializados na medida das taxas de desintegração absolutas. Isso envolve a hipótese tácita de que os valores das meias-vidas são corretos. Com toda a probabilidade, medidas físicas a serem efetuadas no futuro não alterarão os valores das meias-vidas para limites acima das percentagens de erro experimental aceitas hoje em dia na sua determinação.

Principais Métodos de Datação

Urânio-Tório/Hélio-Chumbo

Os métodos centralizados no Urânio e no Tório como geocronômetros foram hoje deslocados pelas técnicas do Potássio/Argônio e Rubídio/Estrôncio. As razões para isso envolvem aspectos ligados à sua aplicabilidade limitada e à sua questionável precisão. O Urânio e o Tório apresentam pequenas abundâncias relativas na crosta terrestre - cerca de duas partes por milhão no caso do Urânio, e sete partes por milhão no caso do Tório. Embora processos naturais de enriquecimento produzam níveis maiores do que estes em algumas rochas, são encontrados minerais de Urânio e Tório de origem magmática realmente só em raras formações, como pegmatitos (rochas cristalinas bastante grosseiras) e certas gangas. Nas rochas ígneas usuais, estes dois elementos existem principalmente substituindo outros átomos em minerais não tão abundantes, como o zircão (Zr SiO4). O resultado da distribuição desses elementos é ocasionar uma severa limitação quanto ao número de tipos de rochas às quais pode ser aplicada a geocronometria utilizando o Urânio e o Tório. Não obstante, devido à ocorrência de dois isótopos radioativos do Urânio, cada um deles permitindo o cálculo de uma idade radioativa distinta, o método apresenta a possibilidade de verificação interna da sua precisão. Infelizmente, tais verificações desenharam um quadro geral desalentador para os pesquisadores que visavam a cronometria, embora o quadro pudesse ser considerado bastante favorável para os que visavam os processos geoquímicos. O desalento provém da discordância geral entre as idades isotópicas baseadas não só no Urânio-235 e no Urânio-238, mas também no Tório-232. Este último radioisótopo usualmente acompanha o Urânio devido à sua carga iônica e seu raio semelhantes.

A experiência mostra que, com exceção dos resultados obtidos a partir do mineral conhecido como uraninita, as três idades Urânio-Tório-Chumbo quase sempre são diferentes entre si. O porque disto é assunto de muitos trabalhos experimentais e publicações científicas.

... Geralmente a discordância parece resultar do fato de os minerais de Urânio não constituirem um sistema fechado. Esta situação parece prevalecer tanto no caso em que o Urânio é o metal dominante no mineral, quanto no caso em que meramente se apresenta como traços. O que na realidade invalida a hipótese de sistema fechado está além da observação direta, e deve ser inferido a partir de dados analíticos obtidos com amostras naturais e submetidas a experiências no laboratório. Parece provável que

a perda de Chumbo constitua o mecanismo mais significativo para causar as discordâncias. Menos provável é a cronologia da perda de Chumbo - especificamente, se essa perda envolveu o início da difusão contínua no momento da cristalização, ou se ela foi um processo de prazo relativamente curto, ativo somente durante um acontecimento metamórfico.

O escapamento de Hélio também é significativo. Derivado de partículas-alfa, o Hélio vai se acumulando no interior do mineral de Urânio em função do tempo, de maneira semelhante àquela da produção do Chumbo. A principal diferença é que para cada átomo de Urânio ou Tório que se desintegra, há seis, sete ou oito átomos de Hélio que são produzidos, dependendo de serem originários do Tório-232, do Urânio-235, ou do Urânio-238. É previsível o escapamento de alguma parte desse Hélio, com base na sua pequena massa e na sua incompatibilidade com a rede cristalina na qual se insere. Não existe uma maneira isotópica de reconhecer o Hélio comum, pois ele também é derivado das partículas-alfa. Consequentemente, a datação Urânio/Hélio tem recebido bem menos atenção do que os vários outros métodos que consideram o Chumbo.

Potássio-40/Argônio-40

Ao contrário do Urânio e do Tório, o Potássio apresenta elevada abundância na crosta (cerca de 2,5%) e ocorre amplamente em concentrações que permitem análise relativamente fácil.

... Como são possíveis dois modos distintos de desintegração para o Potássio-40, um produzindo Argônio-40 estável, e o outro Cálcio-40 estável também, os minerais de Potássio acumulam esses dois elementos resultantes da desintegração. Sua proporção está na relação de oito átomos de Cálcio-40 para um átomo de Argônio-40. É claro que, uma vez determinada com precisão a relação entre esses dois elementos resultantes da desintegração, não será necessário medi-los juntamente em um processo de datação radiométrica.

... A despeito da abundância relativamente maior do Cálcio-40, quase sempre é o Argônio que é medido na datação. A razão é simplesmente porque o isótopo Cálcio-40 existente no Cálcio comum é quase sempre tão abundante que sobrepuja o Cálcio-40 radiogênico. Somente alguns poucos minerais contendo Potássio, como o lepidólito e a silvita, formam-se em condições nas quais o nível de Cálcio comum é suficientemente baixo para não mascarar o Cálcio-40 radiogênico.

Os dois principais problemas que afligem a datação com Potássio/Argônio são idênticos aos que ocorrem no método Urânio/Chumbo - o Argônio comum (às vezes chamado de Argônio em excesso, ou estranho) e o escapamento de Argônio. Por causa de seu comportamento químico inerte, o Argônio tende a ser quase que totalmente eliminado da maioria dos minerais de Potássio no momento da sua cristalização. Mesmo assim, minúsculas quantidades podem ser retidas na malha cristalina e formar uma fração significativa de Argônio-40 em amostras mais recentes do que 100.000 anos. Além do mais, não há maneira isotópica de reconhecer o Argônio comum, pois ele é puro Argônio-40 contido na crosta desde a sua formação mediante a desintegração anterior de Potássio-40.

Outra fonte ainda de contaminação é a contribuição da atmosfera adsorvida nas superfícies no momento em que as amostras entram em contato com o ar. Parte significativa dessa contaminação é removível pelo aquecimento ao vácuo, em temperatura suficientemente baixa para evitar o escapamento do Argônio-40 radiogênico. Através de medidas de Argônio-38 e do Argônio-36 não radioativo, pode-se reconhecer o que sobrou da porção atmosférica, e ser feita a devida correção.

Muito mais séria do que a contaminação com Argônio é o escapamento do Argônio. Como no caso do Urânio/Tório, o primeiro problema é o do reconhecimento. Ele se centraliza nas comparações envolvendo diferentes esquemas de desintegração aplicados às mesmas amostras de rochas. ... Em resultado dessas comparações, suplementadas por estudos de campo e de laboratório sobre taxas de escapamento, os minerais potássicos têm sido avaliados com relação à importância da perda de Argônio. ... Temperaturas elevadas - acima de 300° C - podem alterar os resultados e ocasionar escapamentos intoleráveis em todos os minerais potássicos. Segue-se que a história térmica de uma

amostra é muito significativa para a determinação da validade da sua idade Potássio/Argônio.

Rubídio-87/Estrôncio-87

A semelhança geoquímica entre o Rubídio e o Potássio é bastante feliz para a geocronometria radiométrica. Esses dois elementos ocorrem juntos não somente nos mesmos tipos de rochas, mas também nos mesmos minerais. ... Consequentemente, quase todas as amostras que contêm Potássio levam consigo dois geocronômetros - um envolvendo a desintegração do Potássio-40 e o outro baseado na desintegração do Rubídio-87. As comparações das idades radiométricas que assim se tornam possíveis são de valor incomparável.

O método Rubídio/Estrôncio não se apresenta sem problemas - especificamente a perda do elemento radiogênico derivado (Estrôncio-87), a presença de Estrôncio comum, e incertezas quanto ao valor da meia-vida. Muito pouco trabalho experimental existe disponível para se avaliar a retenção do Estrôncio-87 pelos minerais.

... O Estrôncio comum é a regra e não a exceção. Ele é reconhecido através de seu isótopo não radiogênico, o Estrôncio-86, e definido isotopicamente mediante medidas em minerais associados, isentos de Rubídio, como por exemplo feldspato plagioclásico e apatita. Os cálculos permitem a eliminação da contribuição do Estrôncio-87 não radiogênico, do conteúdo total de Estrôncio-87 da amostra.

A meia-vida do Rubídio-87 tem-se tornado um problema espinhoso, ainda não resolvido completamente. A incerteza deriva da dificuldade de detecção de todas as desintegrações em uma amostra de Rubídio-87. Em um momento em que os físicos falavam de 60 bilhões de anos como sendo o valor dessa meia-vida, os geocronologistas argumentavam que era necessário um valor igual a 50 bilhões de anos para que as idades obtidas com o Rubídio-87 concordassem com as resultantes dos métodos do Urânio e do Potássio-40.

Medidas físicas recentes sugerem que a meia-vida geológica esteja mais próxima da verdade, e hoje 50 bilhões de anos é o valor aceito na carta de nuclídeos preparada pela Comissão de Energia Atômica Americana.

Hoje em dia, a aplicação do método Rubídio/Estrôncio para a datação de rochas ígneas e metamórficas geralmente envolve o tratamento de numerosas análises de amostras no contexto do que se denomina um "diagrama isócrono". Este diagrama é a expressão gráfica da equação básica da datação após terem sido feitas nela algumas modificações. Para usar o diagrama isócrono é necessário primeiro isolar diferentes minerais potássicos de uma rocha e então proceder para cada mineral a medida de duas relações: Estrôncio-87/Estrôncio-86, e Rubídio-87/Estrôncio-86. Cada par de valores dessas relações define um ponto no diagrama. Se as medidas estiverem corretas e cada mineral tenha constituído um sistema fechado, os vários pontos deverão definir uma linha reta. A partir da inclinação dessa linha poderá ser determinada a idade radiométrica da rocha.

... A idade determinada a partir do diagrama isócrono representa o instante mais recente em que todo o Estrôncio da rocha era de mesma composição isotópica. Desde então, os diferentes minerais da rocha tiveram sua composição alterada devido à desintegração do Rubídio que eles continham. Quanto maior o conteúdo de Rubídio, maior a alteração isotópica do Estrôncio em cada mineral. O processo responsável pela homogenização do Estrôncio, inicialmente, foi ou o metamorfismo ou a fusão. Entretanto, sem dados como, por exemplo, evidências de campo, pode ficar desconhecida a causa exata da homogenização.

Carbono-14

A datação com o Carbono-14 contrasta com os métodos anteriormente descritos para a datação de rochas. A aplicação do método de datação usando o Carbono-14 se faz principalmente a materiais sintetizados por organismos dentro dos últimos 50.000 anos, e o princípio da datação é o da "ampulheta sem fundo".

... Os sucessos iniciais (obtidos por Libby) iniciaram uma série de medidas visando à resposta de duas questões: É a concentração de Carbono-14 uniforme em todo o reino animal e vegetal? No caso positivo, o nível atual é o mesmo que prevaleceu no passado recente?

Depois de mostrar a uniformidade essencial do Carbono-14 na matéria viva, Libby procurou responder a segunda questão

através de medidas do nível de Carbono-14 em amostras orgânicas datadas historicamente - material com cerca de até 5.000 anos obtido em túmulos egípcios. Com a correção devida à desintegração radioativa durante o período de tempo decorrido, ele esperava obter dessas amostras o mesmo nível inicial de Carbono-14 que o existente hoje. E foi exatamente isso que suas medidas indicaram. Sua conclusão foi de que, ao longo dos últimos 5.000 anos, o nível de Carbono-14 na matéria viva permaneceu constante, com a precisão experimental de 5%. Tornou-se assim disponível um método de datação, sujeito tão somente à confirmação através de aplicações específicas a problemas cronológicos.

... Com o aprimoramento da precisão das medidas e com a crescente experiência na aplicação da datação com Carbono-14, foram sendo acumulados dados volumosos e mais completos para melhor prover respostas às questões originais propostas por Libby. Hoje está claro que o Carbono-14 não está distribuído de forma homogênea no mundo vegetal e animal atual. As exceções ocasionais todas envolvem contribuições não atmosféricas de dióxido de Carbono destituido de Carbono-14 que foi incorporado nos seres vivos através de síntese orgânica. Sabe-se especificamente que o dióxido de Carbono de origem vulcânica faz diminuir o nível de Carbono-14 da vegetação das imediações. Carbonatos calcários dissolvidos ocasionalmente provocam efeito semelhante sobre os moluscos de água doce, da mesma forma que os influxos das águas oceânicas profundas provocam sobre os moluscos marinhos. Em todos esses casos a matéria viva afetada apresenta-se com aparência de idade maior embutida.

Além das variações espaciais do nível do Carbono-14, a questão da variação temporal recebeu também muita atenção. Logo após o trabalho pioneiro de Libby, foi observada uma diminuição de 2 a 3% no nível de Carbono radioativo na atmosfera, ocorrida desde 1900, o que certamente resultou da introdução de enormes volumes de dióxido de Carbono praticamente isento de Carbono-14 na atmosfera, devido à queima de combustíveis fósseis. Mais recentemente ocorreu a introdução de mais Carbono-14 na atmosfera em decorrência das experiências nucleares. O resultado nesse caso foi o aumento do nível de Carbono-14 na atmosfera em cerca de mais de 50%. Felizmente esses valores não influem no caso da datação de amostras com o método do Carbono-14, mas aí está uma clara advertência para que se investigue o passado em busca de efeitos naturais comparáveis.

... Desde então, a precisão das medidas foi aprimorada e tornaram-se disponíveis para análise aneis de crescimento de árvores com cerca de 8200 anos. Os resultados revelaram que o nível de radiocarbono anterior ao ano 1000 a.C. desvia-se mensuravelmente do nível contemporâneo. No ano 6200 a.C. era 8% superior ao nível atual. ... Maneiras comparáveis de verificar os níveis além do ano 9000 a.C. constituem hoje mera esperança, nada tendo de real.

A causa primária das variações do Carbono-14 em função do tempo geralmente tem sido atribuída a flutuações temporais nos raios cósmicos que bombardeiam a atmosfera superior e produzem o Carbono-14. Qualquer que seja a causa, entretanto, é claro que as datas obtidas com o Carbono-14 não apresentam a precisão que os historiadores tradicionais gostariam que tivessem. Tem-se esperança de que chegará o tempo em que todas as idades Carbono-14 repousarão sobre uma base que envolva um conhecimento do nível original do Carbono-14 mais preciso do que o que existe hoje. Até lá, deve ser reconhecido o erro inerente a esta incerteza.

Um último problema de importância na datação com Carbono-14 é a questão da contaminação da amostra. Se uma amostra de madeira soterrada estiver impregnada com radículas atuais, ou um pedaço de osso poroso contiver carbonato de Cálcio recente precipitado nos seus poros, a falta de remoção dessa contaminação resultará em uma idade Carbono-14 entre aquela da amostra e a de seu contaminante. Consequentemente, numerosas técnicas para a remoção de contaminantes foram desenvolvidas. Dentre elas estão a remoção de ácidos húmicos do carvão e a isolação da celulose da madeira, e do colágeno dos ossos. É extremamente rara, hoje, como causa de erro, a contaminação em amostras mais recentes do que 25.000 anos. Além desse limite de idade, entretanto, a fra-

ção de contaminante necessária para produzir efeitos mensuráveis é muito pequena e, portanto, a contaminação que não for detetada nem removida poderá ocasionalmente ser significativa.

Desequilíbrio da série do Urânio

Métodos que utilizam o desequilíbrio da série do Urânio oferecem alviçareiras perspectivas para a verificação dos resultados da datação com o Carbono-14 dentro de seu intervalo e no intervalo adicional de mais 200.000 anos.

... Nos minerais da crosta terrestre que contêm Urânio estabelece-se uma condição estável, chamada de "equilíbrio secular", nos primeiros milhões de anos após a formação do mineral.

... O rompimento desse equilíbrio introduz uma possibilidade para a datação radioativa. O que ocorre é uma sequência de duas fases, que culmina na existência ou de uma deficiência ou de uma superabundância de Urânio na amostra, com relação aos outros elementos radioativos da cadeia da série. Prevalece então o desequilíbrio no sólido novamente formado.

A primeira fase do processo de criação de amostras datáveis é o fracionamento das rochas que contêm Urânio, através de intemperismo químico, permitindo então a água da chuva remover as duas séries de desintegração do Urânio para corpos de água doce ou para o oceano. A fase seguinte é o reordenamento das amostras sólidas nesses corpos d'água mediante um dos dois mecanismos que criam o desequilíbrio:

1. Incorporação preferencial de Urânio-238 e Urânio-235 dissolvidos, em um sólido contendo carbonato de Cálcio como, por exemplo, um coral, excluindo ao mesmo tempo o Protoactínio-231 e o Tório-230 (que às vezes é chamado de Iônio), ou
2. Adsorção preferencial de Protoactínio-231 e Tório-230 em partículas suspensas de argila, excluindo ao mesmo tempo os isótopos de Urânio.

Na maior parte dos casos os radioisótopos estão presentes em níveis de 1 a 10 partes por milhão. Com o decorrer do tempo, os isótopos de Urânio no carbonato de Cálcio desintegram-se dando origem ao Tório-230 e ao Protoactínio-231, de tal forma que esses elementos vão tendendo a atingir as proporções de equilíbrio da série. Antes que seja atingido o regime, a proximidade maior ou menor das condições de equilíbrio é uma função do tempo e, portanto, pode ser considerada como um indicador da idade do carbonato.

No caso das partículas de argila, seu destino é sedimentar no fundo do oceano ou de um lago e sofrer a desintegração do Tório-230 ou do Protoactínio-231 que foram adsorvidos. Com base em uma taxa constante para a sedimentação da argila, as quantidades desses dois radioisótopos por unidade de massa de argila diminuem com a profundidade, devido ao aumento da sua idade. Se for atribuída a idade zero para o material da superfície, a idade do material mais no fundo pode ser obtida pela comparação das concentrações de Tório-230 e Protoactínio-231 dentro de uma amostra com as concentrações no sedimento da superfície.

A descrição feita acima do método da série do Urânio é a que se desejaria que ele fosse, e não como ele realmente é. Quatro hipóteses estão aí envolvidas, cada uma delas geralmente ou frequentemente sem fundamento:

1. Que os carbonatos e sedimentos argilosos são sistemas completamente fechados,
2. Que as taxas de sedimentação são uniformes em cada coluna de sedimentos,
3. Que todos os elementos radioativos incorporados nas partículas de argila são adsorvidos durante o processo de sedimentação, e
4. Que há exclusão total de Urânio nos sedimentos de argila, e de Tório-230 e Protoactínio-231 nos carbonatos de Cálcio sólidos.

Um outro fator complicador foi também desprezado, ou seja, a descoberta de que o Urânio-238 e o Urânio-234 dele proveniente usualmente não estão em equilíbrio secular no seio de soluções aquosas naturais, ou nos precipitados delas resultantes.

... O principal problema localiza-se na hipótese do sistema fechado.

... No caso das idades dos sedimentos argilosos, certo sucesso foi obtido na datação de sedimentos marinhos com amostras colhidas em alto mar. Entretanto resultou um fracasso quase total ao se supor constante a taxa de sedimentação da argila.

... No início da década de 1960 foi descoberto um até então não suspeitado desequilíbrio nas séries do Urânio. Mostrou-se que as águas naturais e os precipitados sólidos delas derivados continham uma quantidade excessiva de Urânio-234 em comparação com o Urânio-238 original. Nas águas oceânicas contemporâneas, bem como nos carbonatos marinhos, este excesso é uniformemente de 15%, e nas águas e precipitados continentais foram encontrados valores muito maiores. O mecanismo responsável pelo desequilíbrio é a lixiviação preferencial do Urânio-234 pela água subterrânea atuando sobre as rochas da superfície que contêm Urânio. Essas rochas apresentam as duas séries de desintegração do Urânio em equilíbrio. Quando um átomo de Urânio-238 expele uma partícula-alfa para produzir o que logo se torna um átomo de Urânio-234, entretanto, dá-se um afrouxamento na posição do átomo de Urânio-234 na rede cristalina, o que o torna mais susceptível de ser removido por lixiviação.

Embora o excesso de Urânio-234 tenha introduzido certa complicação nos métodos baseados nas séries do Urânio, ele também ofereceu mais uma possibilidade para a datação de carbonatos. A datação fica na dependência de um firme conhecimento da percentagem do excesso no tempo zero, pois é a partir do valor no tempo zero que o Urânio-234 tende em direção ao equilíbrio (isto é, em direção ao excesso). Atualmente, o excesso de 15% mostrado por todas as amostras de águas oceânicas dá esperança para a datação dos carbonatos marinhos. Entretanto, não se tem certeza se essa uniformidade espacial é acompanhada também por uniformidade com relação ao tempo. Em outras palavras, o valor atual de 15% no excesso oceânico de Urânio-234 pode não ter prevalecido no passado. Esta incerteza é típica dos métodos que utilizam as séries do Urânio; todos eles exigem comparações em muitos pontos para trazer confiabilidade às idades obtidas.

Obervação Final dos Editores da Folha Criacionista

Verifica-se facilmente que o quadro geral dos métodos de datação radioativa longe está de constituir um conjunto harmonioso que possibilite "comprovar cientificamente" a idade de uma amostra qualquer de material orgânico ou inorgânico. O que dizer então a respeito da estimativa da idade das camadas geológicas, e da própria Terra?

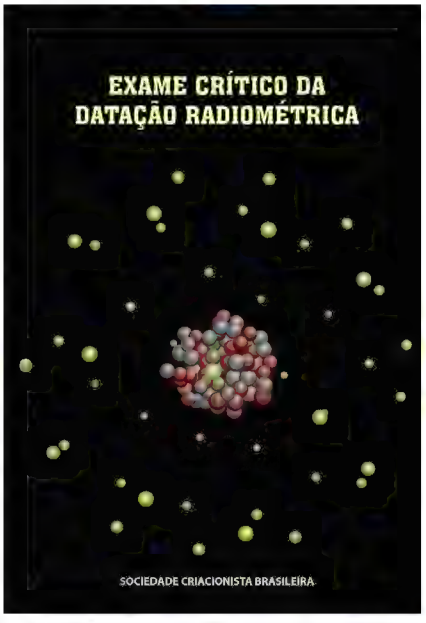
Este artigo integra uma série de publicações avulsas da Sociedade Criacionista Brasileira intitulada Coleção Radiometria que compreende vários artigos versando sobre a problemática da datação radioativa, e que visa trazer subsídios para a melhor compreensão dos fundamentos dos métodos radiométricos usuais.

Integram a Coleção Radiometria as seguintes publicações avulsas da Sociedade Criacionista Brasileira:

1. Noções básicas sobre a estabilidade do núcleo dos elementos químicos.
2. Métodos usuais de datação radioativa - Idade radiométrica e idade cronológica.
3. Datação de rochas.
4. Datação de material orgânico com o método do Carbono-14.
5. Datação absoluta e relativa.

Para leitura crítica a respeito da datação das rochas, além das publicações avulsas da Sociedade Criacionista Brasileira que integram a "Coleção Radiometria" acima mencionada, recomendamos os seguintes artigos da Folha Criacionista:

- CLEMENTSON, Sidney P. Um exame crítico da datação radioativa das rochas. Folha Criacionista número 3.
- FANGE, Erich A. von. O tempo de ponta cabeça. Folha Criacionista número 13.
- SUNDERLAND, Luther D. A coluna geológica - seus fundamentos e construtores. Folha Criacionista número 33.
- CHAFFIN, Eugene F. Uma terra jovem? Um levantamento de métodos de datação. Folha Criacionista número 44.



Notícias

E mais

- PERFURANDO A CROSTA TERRESTRE
- O DEBATE SOBRE A IDADE DA TERRA
- A CRONOLOGIA DE USSHER

PERFURANDO A CROSTA TERRESTRE

A península de Kola, na União Soviética (hoje Rússia), situada a cerca de 250 km ao norte do Círculo Polar Ártico (naquilo que se poderia chamar de quase-imagem especular da Finlândia), tornou-se famosa, a partir de 1970, como a região na qual começou a ser perfurado o poço mais profundo do mundo.

O segundo poço mais famoso situa-se no Oklahoma, nos Estados Unidos da América do Norte, e é conhecido como o poço de Bertha Rogers, tendo atingido 9674 metros de profundidade em 1985 (White, Bob. The deepest hole in the world. "New Scientist", p. 23, 18 abril 1985).

O terceiro poço, candidato a se tornar mais famoso ainda, com toda a certeza é o que está sendo perfurado na Alemanha, nas proximidades da fronteira tcheca, a partir de 1987. O projeto visa atingir a profundidade de 14 km, devendo já em 1994 chegar aos 10 km ("Science", vol, 50, 9 Nov. 1990, Race into the Crust. Briefings, p. 753). Enquanto este poço não ultrapassar a marca dos 12.500 metros, o recorde permanecerá ainda com o seu congênere soviético, que durante quase um quarto de século poderá ter ostentado a glória de ter sido o mais profundo do mundo.

Os primeiros resultados formais da perfuração do poço de Murmansk na península de Kola foram apresentados no XXVII Congresso da União Geológica Internacional, em agosto de 1984, e a primeira publicação a seu respeito no ocidente foi feita na revista "Scientific American" de dezembro de 1984 (Kozlovsky, Ye. A. The world's deepest well. "Scientific American", dezembro 1984, pp. 106-112).

Em 1987 foi publicado pela UNESCO, na série de divulgação científica intitulada "Impact: Science et Societé", interessante artigo de Oleg Leonidovitch Kouznetsov sobre a perfuração efetuada na península de Kola. O autor era na época professor e diretor do "Instituto Central de Pesquisas Geofísicas e Geoquímicas Nucleares" do Ministério da Geologia da então União Soviética. As considerações do item seguinte são calcadas nesse artigo de Kouznetsov (Les sondages à grande profondeur dans la presqu'île de Kola et la structure de la croûte terrestre. Impact. "Science et Societé". nº 145. pp. 101-109. UNESCO, Paris, 1987) que transcrevemos a seguir.

Novas Tecnologias para a Perfuração

Desde a década de 1960 a exploração de jazidas petrolíferas levou os pesquisadores a efetuar perfurações em numerosas regiões do mundo atingindo 3 km de profundidade, e em alguns casos chegando até a 5 km. A necessidade de penetrar o mais possível nas profundezas das camadas sedimentares da crosta terrestre fez com que os pesquisadores da União Soviética e dos Estados Unidos perfurassem poços que chegaram à profundidade de 7 a 9 km. Embora o estudo do conjunto das camadas sedimentares assim trazidas à luz não tenha produzido resultados científicos importantes, as perfurações mostraram que podem ser encontrados hidrocarbonetos gasosos nessas profundidades.

A partir de então, um grupo de geofísicos, geoquímicos, geólogos e outros técnicos soviéticos formulou os princípios científicos para a perfuração de poços de grande profundidade (até 15 km), com base em estudos geofísicos das camadas mais profundas.

A organização e a condução de uma experiência de tão grande envergadura exigiu a criação de um Conselho Científico Intersetorial encarregado de estudar as camadas subterrâneas profundas da Terra, e as sondagens a grande profundidade. Sob a direção desse Conselho, que contava com a participação de eminentes cientistas soviéticos, foi estabelecido na década de 1970 um programa de amplitude sem precedente, que nos anos seguintes foi complementado com informa-

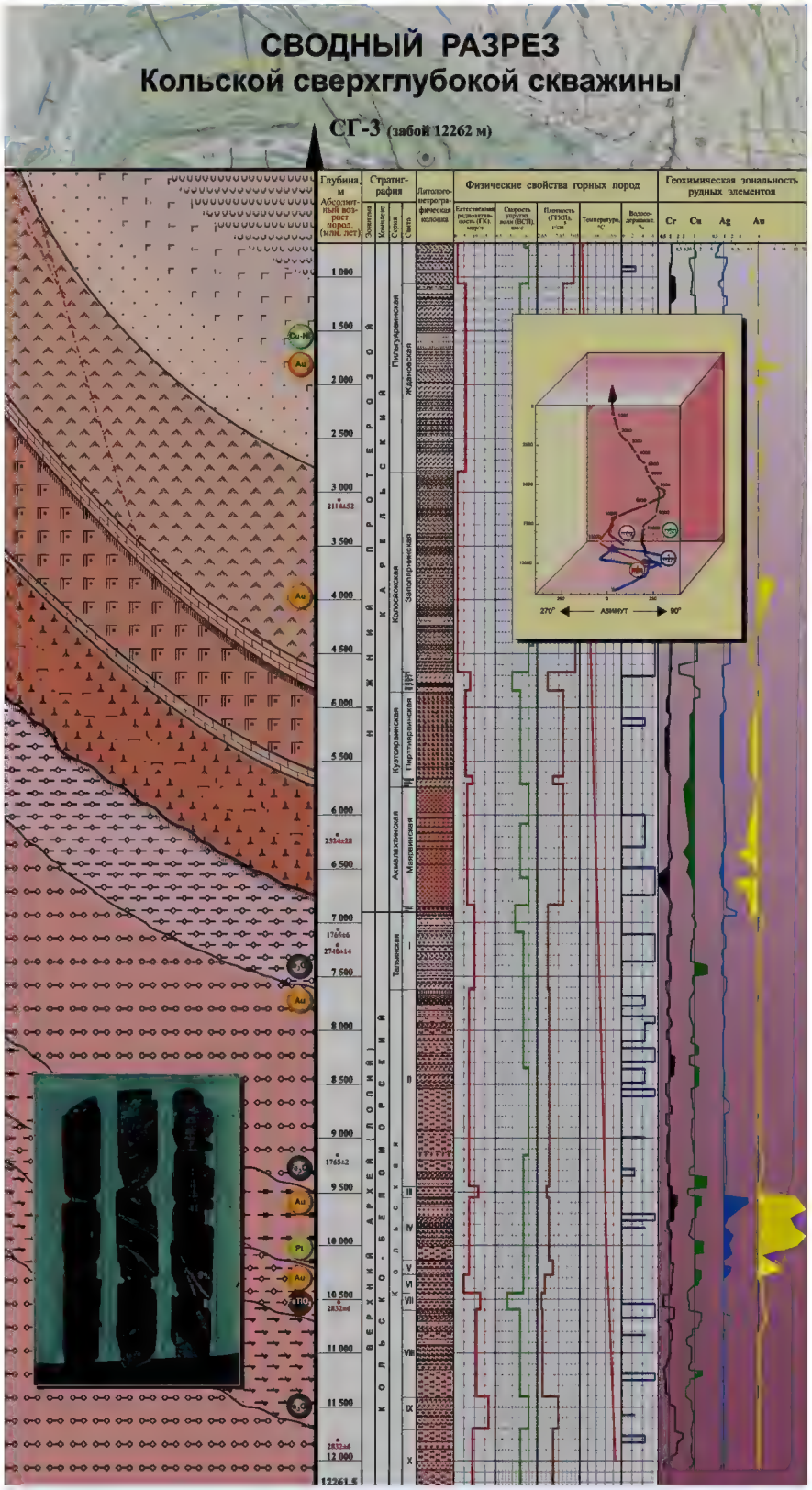


Figura 1 - No encarte, acima, à direita, esquema ilustrativo da geometria do poço perfurado na península de Kola e ilustação das camadas geológicas atravessadas, com indicação de suas peculiaridades

Rochas sedimentares e vulcânicas da chamada "Era Proterozóica" foram encontradas até a profundidade de 6.800 metros, e abaixo delas, estratos graníticos da "Era Arqueana".
(Pela geocronologia evolutiva a Era Proterozóica ter-se-ia iniciado há 2,4 bilhões de anos, e os estratos mais profundos da Era Arqueana atingidos pela perfuração seriam correspondentes à idade de 2,7 bilhões de anos).
(Nota Editorial - Esta Figura publicada na reedição da Folha Criacionista nº 49 substituiu a original de Kozlovsky, Ye. A. The world's deepest well. *Scientific American*, dezembro 1984)

ções obtidas por meio de aviões e satélites.

A primeira realização desse programa foi a perfuração feita na península de Kola, em 1970, que chegou a atingir a profundidade recorde de 12.500 metros.

Na mesma época a humanidade presenciava os primeiros sucessos na conquista do espaço extra-terrestre, ficando claro então que ambas as realizações apresentavam problemas comparáveis, tanto pela sua complexidade científica e tecnológica quanto pela sua aplicação prática final.

A realização de uma perfuração de grande profundidade, por si só, constitui uma experiência extremamente complexa, que pressupõe o projeto e o desenvolvimento de aparelhos especiais para a perfuração, um sistema de automatização e a elaboração de técnicas para a consolidação e reforço das paredes do poço. Como as técnicas de perfuração diferem sensivelmente entre si, conforme se trate de rochas cristalinas ou sedimentares, a experiência adquirida nas sondagens de grande profundidade nas bacias sedimentares não pode ser aplicada diretamente nas novas condições.

Desde os primeiros quilômetros da perfuração, as principais dificuldades resultantes da localização do poço em rochas cristalinas tornaram-se evidentes. A trajetória não retilínea do poço, a forte abrasividade de suas paredes e a sua estrutura cavernosa, bem como a seção elipsoidal formada sob a ação das tensões mecânicas não isotrópicas, tudo isto acarretou numerosos problemas técnicos específicos. Além disso, nas rochas cristalinas, ao contrário das rochas sedimentares bastante porosas, as paredes do poço não são recobertas por uma camada de argila, o que afinal das contas provoca um aumento do atrito com a sonda rotativa.

Figura 2 - Fotografias do prédio que abriga o equipamento e o pessoal envolvido na perfuração do poço mais profundo do mundo, na península de Kola, na antiga União Soviética. Na torre que se destaca com a altura de um prédio de 30 andares está o sistema de ponte rolante para a montagem e a desmontagem do conjunto de perfuração (KOZLOVSKY, Ye. A. The world's deepest well. Scientific American, dezembro 1984, e KERR, Richard A. Deep Holes Yielding Geoscience Surprises. Science vol. 245, 4 agosto 1989).

Essas dificuldades, bem como numerosas outras, foram superadas com sucesso pela equipe extremamente qualificada encarregada da prospecção geológica da península de Kola, em colaboração com os cientistas do "Instituto Central de Pesquisas de Técnicas de Perfuração".

Os geofísicos soviéticos elaboraram novas técnicas para medir com precisão os campos sismo-acústicos, elétricos, nucleares, magnéticos e térmicos, além de outros, em condições extremas de profundidade (superiores a 10 km), de temperatura (superiores a 250°C) e de pressão (superiores a 1.500 atmosferas). Esses aparelhos de medida foram desenvolvidos pelos cientistas e técnicos do Ministério da Geologia da União Soviética, e no seu conjunto receberam apropriadamente a denominação de "satélites subterrâneos".

Novas Descobertas Científicas

As considerações feitas neste item resumem as informações dadas por Bob White, em seu já citado artigo, sobre as descobertas científicas mais importantes resultantes da análise dos dados obtidos na perfuração efetuada na península de Kola (*White, Bob. The deepest hole in the world. New Scientist, p. 23, 18 abril 1985*).

O resultado mais surpreendente da perfuração efetuada na península de Kola foi a descoberta de grandes quantidades de água quente, altamente mineralizada. Também gases, como Hélio, Hidrogênio, Nitrogênio, metana e gás carbônico, foram encontrados em todas as profundidades. Entre 4.500 e 9.000 metros a água encontrava-se a pressão tão elevada que foi a responsável pelo fraturamento e desagregação da rocha, ocasionando um aumento de sua porosidade da ordem de três a quatro vezes e em certos casos até de dez vezes. Depósitos hidrotermais de sulfetos de Cobre, Níquel, Zinco e Cobalto, foram encontrados nessa região de alta pressão hidrostática, sugerindo a existência de consideráveis jazidas de minérios hidrotermais na crosta continental.

Esta perfuração de 12.500 metros - a mais profunda do mundo - estendeu-se entretanto somente por cerca de um terço da espessura média da crosta continental.

Nos anos anteriores a esta perfuração na península de Kola, foram aplicados métodos sísmicos de reflexão para o mapeamento das estruturas geológicas nas profundezas da crosta e no manto subjacente. Os perfis de reflexão assim obtidos mostravam na crosta inferior notáveis reflexões em camadas múltiplas sobrepostas. A causa dessa configuração dos perfis é ainda objeto de intensa especulação.

A descoberta de água a grande profundidade, na crosta, pode bem sugerir que uma possível explicação para essas reflexões seria a sua geração pelas rochas altamente fraturadas, que armazenam fluidos em seu seio.

"Se é isso o que realmente acontece, muito do que hoje é tido como conhecimento correto dos processos geológicos que ocorrem na crosta terrestre deverá ser objeto de reconsideração", é a conclusão mais objetiva a que chegou Bob White em seu artigo.

Uma Conclusão Importante

Uma vez apresentadas as considerações anteriores, cabe preliminarmente uma palavra sobre o texto bíblico que, descrevendo o Dilúvio, fala do súbito fluxo das águas provenientes do interior da crosta, utilizando uma linguagem bastante ilustrativa ao dizer que "romperam-se todas as fontes do grande abismo" (Livro de Gênesis, capítulo 7, versículo 11).

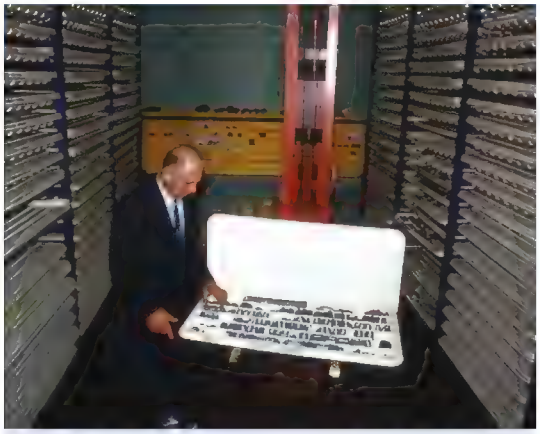
Fica claro que o modelo que está sendo proposto por Oleg Kouznetsov, a partir de dados empíricos, é o de uma crosta com rochas bastante fraturadas, armazenando fluidos, em particular água, em proporção verdadeiramente elevada, a grande profundidade. Este modelo é perfeitamente coerente com a imagem transmitida pelo relato bíblico do Dilúvio, embora não se possa no momento analisar do ponto de vista quantitativo os fluxos de água subterrânea que eventualmente estivessem então em jogo.

Hoje em dia são também objeto de pesquisa, no fundo dos oceanos, as fontes hidrotermais cuja existência, sem dúvida, apoiam igualmente o modelo proposto.

A observação feita por Bob White, de que muita coisa que ocorre na crosta terrestre deverá ser objeto de reconsideração, com toda probabilidade acarretará ainda estudos mais aprofundados sobre esses lençóis de água subterrânea e o papel que poderiam ter desempenhado no contexto de uma catástrofe global como a descrita no relato bíblico do Dilúvio.

Transcreve-se, a seguir, interessante observação veiculada em conexão com a perfuração do mais profundo poço do mundo e as informações obtidas dessa extraordinária experiência.

"Geologicamente, uma das mais importantes descobertas da perfuração do grande poço na Península de Kola foi o gnaisse encontrado a 7 km de profundidade. O gnaisse é uma rocha metamórfica que se forma a pressões e temperaturas elevadas. Na profundidade em que foi encontrada, o modelo geológico atual pressupunha uma transição entre o granito e o basalto, devido a uma descontinuidade expressa nas ondas sísmicas de prospecção. A mudança das velocidades sísmicas, entretanto, passaram a ser atribuídas à transição metamórfica das rochas graníticas. Mais surpreeendente, ainda, foi o fato de que as rochas naquela profundidade estavam completamente fraturadas e saturadas com água, o que faz supor que a água faz parte da composição química dos próprios minerais das rochas e tivesse sido forçada a deixar os cristais mas tivesse sido impedida de vir à tona devido a uma camada rochosa impermeável superposta. Ou-



Geólogo Yuri Smirnov e o arquivo de rochas

O fim de uma lenda, Julho de 2009

tras descobertas foram que a rocha a uma profundidade de 3 km era semelhante às rochas lunares e a 10 km foram encontrados fósseis de organismos com idade estimada em 2,5 bilhões de anos, em contradição com as ideias científicas atuais."

Amostras de rochas do poço

O Poder de uma Estrutura Conceitual

Ao se tratar da perfuração da crosta terrestre não se poderia deixar de fazer alguma referência também sobre pitoresco episódio ocorrido em torno da divulgação de notícias sobre o poço da península de Kola. Muito embora pouco tendo a ver com o lado propriamente científico e tecnológico da questão, este episódio ressalta o poder exercido por uma estrutura conceitual muitas vezes aceita inconscientemente, sem maior e mais profundo exame crítico das premissas envolvidas.

De fato, ao se tratar das profundezas da crosta, imediatamente surge a questão da eventual existência de um local nas entranhas da Terra popularmente designado como "inferno". Etimologicamente a palavra "inferno" refere-se, de fato, a um local situado nas regiões "inferiores", abaixo da superfície da Terra.

O dicionarista Gesenius, tratando do verbete hebraico Sheol, palavra usada com frequência no Antigo Testamento, e às vezes traduzida em algumas versões da Bíblia em Português como "inferno", assim se manifesta:

Sheol – "quietude" ou "silêncio" (Ver, por exemplo, o Salmo 94:17), especialmente o mundo inferior (na Septuaginta, *Hades*), figuradamente a sepultura como lugar de repouso (Jó 3:17) dos mortos (comparar com Gênesis 42:38); poeticamente, os mortos ou falecidos (Isaias 14:9); a morte (Salmo 49:14). Talvez *sheol* derive da raiz antiga, não mais em uso, *shaol*, "ser ou estar vazio", significando, portant,o "cavidade" ou "caverna". Comparar com o alemão *Hölle* e o inglês *hell* [Nota Editorial - e também com o inglês *hollow*, "cavidade", e *hole*, "buraco", "gruta", e com o alemão *hohl*, "oco", e *Höhle*, "cavidade", "caverna", "cova"].

Biblicamente a acepção de "inferno" corresponde, assim, à de "sepultura", invariavelmente um local abaixo da superfície, onde são sepultados, ou enterrados, os corpos das pessoas após sua morte. O próprio texto do Credo Apostólico declara que Jesus, após a crucifixão "desceu aos infernos", aludindo claramente ao seu sepultamento.

O "inferno" como um local onde estariam reunidas, após a morte, almas de pessoas sofrendo o tormento do fogo eterno, constitui uma grosseira deturpação do texto bíblico e, não obstante, reflete uma concepção que passou a ser adotada pela maioria da cristandade. Parábolas interpretadas fora do seu contexto, como a do joio (S. Mateus 13:36-43) e a da rede (S. Mateus 13:47-50), induziram à imagem do inferno como esse local nas profundezas da terra, onde "o choro e o ranger de dentes" permanecerão durante o decorrer dos séculos.

Exemplo ilustrativo de quão arraigado está este conceito popular do inferno foi recentemente objeto de divulgação pela imprensa, conforme a notícia veiculada pelo "O Estado de S. Paulo" de 13 de agosto de 1991, transcrita e comentada a seguir:

"Geólogos de uma equipe multinacional que está na Sibéria furando o mais fundo poço de análise da composição da crosta terrestre tiveram uma enorme surpresa quando atingiram a profundidade de aproximadamente 15 quilômetros. Os instrumentos adap-

tados nas brocas detectaram temperaturas imprevistas de quase 2 mil graus, inspirando os pesquisadores a descer pelo buraco um microfone, com o objetivo de ouvir os movimentos tectônicos do interior da Terra. O que escutaram, segundo teria informado um jornal da Finlândia, foi o choro e o ranger de dentes de milhões de pessoas. Os cientistas disseram ter furado, sem querer, o teto do inferno.

Por mais absurda que possa parecer a história, ela foi editada em graus variados de credibilidade em várias revistas. ... A versão, que já circulava de boca em boca nos Estados Unidos, antes da publicação, ganhou ares de verdade perigosa, que estava sendo suprimida da imprensa para evitar o pânico.

Somente agora, depois de cuidadosas investigações realizadas pela "Biblical Review" ... foi possível rastrear a origem da notícia e entender como tanta gente acreditou numa história tão absurda.

O boato começou a circular nos Estados Unidos e teria sido publicada na Finlândia como uma espécie de furo de reportagem a uma conspiração que mantinha a história censurada. A equipe multinacional, depois de ouvir as vozes do inferno, em pânico, tentou fugir do lugar, mas os diretores do projeto teriam oferecido altas somas para que eles se mantivessem em silêncio. Um finlandês, no entanto, chegou a seu país e revelou a história.

Desde então a informação vem sendo repetida e cada vez mais exagerada.

... "Imaginamos que a notícia da descoberta do inferno, com gemidos e tudo o mais era tão ridícula que todos os leitores iriam perceber e morrer de rir!" concluiu o editor da "Biblical Review".

Seria oportuno inquirir-se, a propósito, quando chegará o momento em que o Evolucionismo perceberá finalmente que a estrutura conceitual uniformista para a interpretação da cronologia das camadas geológicas (como as que foram perfuradas pelo poço da península de Kola), constitui realmente algo tão ridículo como a notícia da perfuração do teto do inferno!

Mitologia Grega
(Fonte da deturpação da Revelação Bíblica)

Caronte atravessando o Estígio levando almas de mortos condenados ao Tártato

O DEBATE SOBRE A IDADE DA TERRA

A revista "Scientific American" de agosto de 1989 publicou interessante artigo de autoria de Lawrence Badash, com o título em epígrafe. O autor é professor de História da Ciência na Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara, com doutorado na Universidade de Yale.

Evidentemente sua perspectiva é inteiramente evolucionista, porém seu relato deixa entrever importantes aspectos históricos que bem caracterizam a transição entre as duas estruturas conceituais - a criacionista e a evolucionista - ocorrida nos dois últimos séculos.

Basicamente este artigo divulga o artigo do autor originalmente publicado nos "Proceedeings of the American Philosophical Society" e citado no artigo de Eugene Chaffin intitulado "Uma Terra jovem? - Um levantamen-

to de métodos de datação" publicado na Folha Criacionista número 44.

Transcreve-se, a seguir, praticamente todo esse artigo, julgado de interesse para os leitores da Folha Criacionista.

Quando os primeiros raios da luz solar termonuclear brilharam através da galáxia há 4,5 bilhões de anos, a Terra emergia de uma turbulenta nuvem de gás em rotação, acompanhada de poeira e planetóides que circundavam a nova estrela. Durante os seguintes 700 milhões de anos a nuvem transformou-se em um Sistema Solar mais tranquilo e o terceiro planeta em torno do Sol começou a solidificar-se.

Todo o restante da Geologia e da Evolução repousa sobre esses números atribuídos à idade da Terra. ... Apesar disto, esta estrutura cronológica é bastante recente. De fato, duas estimativas anteriores tombaram por terra nos últimos 150 anos, quando a Biologia e a Geologia passaram a acatar a ciência mais exata da Física.

A primeira estimativa caiu por terra no decorrer do século dezenove. Para grande incômodo de Charles Darwin e os geólogos da época, o físico William Thomson (mais tarde Lord Kelvin) havia elaborado cálculos aparentemente corretos que mostravam que a Terra não havia existido no decorrer de toda a eternidade, como muitos então supunham, mas tinha sido formada há 100 milhões de anos. Essa cronologia ruiu na virada do século, quando o advento das técnicas de datação radiométrica mostrou que a idade da Terra era de alguns bilhões de anos. Após feroz debate entre geólogos e físicos, prevaleceu a datação radioativa [1]. A controvérsia sobre a idade da Terra ilustra, sobretudo, que a emoção, a intuição e os paradigmas podem dirigir o curso da Ciência quase tanto como a Lógica e a experimentação.

... Mikhail V. Lomonossov foi um dos primeiros cientistas a sugerir (em meados do século dezoito) que a Terra se havia formado independentemente do restante do Universo; estabeleceu ele um intervalo de centenas de milhares de anos entre os dois eventos. Em 1779 Buffon tentou determinar a idade da Terra experimentalmente. Ele cria que a Terra estava se resfriando lentamente a partir de um estado inicial aquecido, e estimou a idade da Terra em 75.000 anos, usando em seus cálculos um pequeno globo que simulava a composição da Terra e efetuando medidas da sua taxa de resfriamento.

Lomonossov e Buffon estiveram praticamente sós na sua busca rigorosa da idade absoluta da Terra. Outros naturalistas do século dezoito, ao considerarem a questão, ou deixavam tudo nas mãos do Criador, ou supunham que a Terra e os seus seres vivos simplesmente tinham levado um tempo bastante grande para atingir sua condição atual. James Hutton caracterizou esse tempo em sua obra clássica *Theory of the Earth* ("Teoria da Terra") em 1795: "Não encontramos vestígios de um início e nem perspectivas de um fim".

A cronologia dos períodos geológicos, entretanto, despertou a atenção dos contemporâneos de Hutton. Consideravam eles que os estratos sucessivos de rochas e solo em um determinado local representavam a ordem em que as camadas se haviam formado. Na década de 1790, William Smith trabalhou em torno dessa conceituação: duas camadas em locais diferentes poderiam ser consideradas como de idade equivalente se contivessem os mesmos fósseis. Extrapolando essas ideias, os naturalistas começaram a fazer um inventário dos estratos e a estimar a duração dos períodos geológicos. Suas estimativas variavam enormemente, pois só conseguiam fazer grosseiras estimativas do tempo necessário para a formação das camadas.

Em 1830, Charles Lyell deu um impulso teórico a esse trabalho. Lyell insistia que as formações rochosas e outras configurações geológicas formavam-se, eram erodidas e formadas novamente, em ritmo constante no decorrer do tempo.

Virtualmente nenhum naturalista aplicou a concepção de Lyell para o cálculo da idade das configurações geológicas; os dados sobre as transformações geológicas eram bastante escassos. Lyell conseguiu, entretanto, persuadir muitos naturalistas a tornarem-se uniformistas, isto é, a rejeitarem a ideia de que tives-

(1) O debate continua ainda, envolvendo de um lado os adeptos da estrutura conceitual evolucionista, e de outro os que aceitam a estrutura conceitual criacionista. Longe de estar terminado, ainda prevalecem fortes restrições aos métodos de datação radioativa, como se pode verificar, por exemplo, no verbete, "Radioactive Dating" da Enciclopédia Britânica (Ver tradução efetuada pela Sociedade Criacionista Brasileira, publicada neste número da Folha Criacionista e também em forma de separata intitulada "Datação Absoluta e Relativa").

sem ocorrido alterações geológicas catastróficas, ou que a Terra tivesse se formado recente e rapidamente[2]. Além do mais, evidências encontradas nas rochas e em ossos sugeriam que cada período geológico teria durado muitos anos, talvez centenas de milhões de anos, e a idade da Terra teria de ser bem maior[3].

Assim, os naturalistas sobressaltaram-se quando o físico Lord Kelvin (então William Thomson, de Glasgow) em 1862 determinou que a Terra havia se formado há cerca de 20 a 40 milhões de anos. Thomson rejeitou o Uniformismo por considerá-lo indemonstrável. Ele, juntamente com muitos outros físicos da época, acreditava que a Terra originalmente constituísse uma massa em fusão, que sua superfície tivesse se resfriado e solidificado, e que o seu núcleo tivesse permanecido quente. Quanto mais fundo se penetra no seio da Terra, observavam eles, tanto maior a temperatura.

Para obter a idade da Terra, Thomson calculou o tempo necessário para ela resfriar-se desde seu estado primordial até o atual. Supunha ele que a contração gravitacional que teria dado origem à Terra havia gerado todo o seu calor (excetuando-se a pequena contribuição da irradiação solar). Pesquisou ele então como a Terra conduz o calor, e qual a quantidade de calor necessária para fundi-la ou para aumentar sua temperatura em certo número de graus. Ele sabia que a Terra tinha de se ter resfriado continuamente à medida que irradiasse energia para o espaço, de acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica. Usando a Teoria da Condução do Calor de Jean-Baptiste-Joseph Fourier, predisse como a distribuição de temperaturas na Terra deveria ter evoluído (Ver o artigo "The Fourier Transform", de Ronald N. Bracewell, no *Scientific American* de junho de 1989). Aprimorando seus cálculos, levou em conta o calor irradiado do Sol e os efeitos de atrito das marés, e chegou à sua estimativa de 20 a 40 milhões de anos para a Geologia Histórica.

O trabalho de Thomson desagradou os geólogos, que se sentiam satisfeitos com a ideia de tempo ilimitado. Eles se ressentiram com aquele audacioso físico que se intrometera em sua seara, mas não conseguiam elaborar qualquer contra-argumento nem publicar maior número de artigos sobre Geocronologia.

Os cálculos de Thomson pareciam inexpugnáveis em face de sua lógica e de sua fundamentação física. Não obstante, mais tarde sua conclusão mostrou grande margem de erro. Thomson havia instigado um "golpe de estado" conceitual - a Geocronologia qualitativa havia sido deposta pelos métodos quantitativos. E até o fim do século as estimativas de Thomson constituíram o padrão com relação ao qual todas as demais eram comparadas.

O resultado obtido por Thomson chocou tanto os biologistas quanto já havia surpreendido os geólogos. Darwin considerou Thomson como um "fantasma odioso" cuja cronologia tornou-se uma "das mais incômodas preocupações" daquele tímido naturalista. Darwin e outros biologistas haviam postulado que os organismos complexos exigiriam muito mais do que 40 milhões de anos para evoluir. Porém nenhum organismo vivo nem fossilizado oferecia qualquer base para um cálculo independente do tempo evolutivo. O calendário da Biologia, em última análise, repousava sobre a Geologia.

Thomas H. Huxley, forte defensor de Darwin, atacou a posição mais vulnerável de Thomson. O ponto de vista de Huxley resumia o desprezo que os geólogos do último período vitoriano nutriam pelas Ciências Físicas, e o respeito relutante que os pesquisadores tinham com relação a dados quantificáveis. Em sua mensagem presidencial à *Geological Society* de Londres em 1869, Huxley argumentou que nenhum geólogo moderno insistiria em um Uniformismo absoluto, mas que, não obstante, seus princípios podiam ser aplicados. Então Huxley dirigiu sua retórica contra Thomson. Não se deveria permitir que a admitida "precisão de processos matemáticos lançasse uma aparência de autoridade totalmente inadmissível sobre os resultados, (pois) páginas de fórmulas não levam a um resultado definido partindo de dados imprecisos". Talvez, sugeriu Huxley, o calor se irradiasse da Terra mais lentamente do que supôs Thomson. Thomson pensava que tinha feito esti-

(2) Basicamente a rejeição do Catastrofismo (e a consequente aceitação do Uniformismo ou Gradualismo) liga-se à tentativa de eliminar o relato bíblico do Dilúvio universal, colocando-o à margem de qualquer concepção "científica" relativa à Geologia Histórica.
(3) Afirmação realmente indemonstrável, conforme reconhecido, por exemplo, por Lorde Kelvin. (Ver parágrafo seguinte).

mativas conservadoras, mas não podia ter certeza de seus valores.

Entretanto, Thomson não mais lutava a sós. Tanto o astrônomo americano Simon Newcomb, quanto o físico alemão Hermann von Helmholtz, calcularam o tempo necessário para uma nuvem nebular condensar-se gravitacionalmente até atingir as dimensões atuais do Sol. Seus resultados, obtidos independentemente, estabeleceram o limite superior de 100 milhões de anos para a idade da Terra (supondo que a Terra não tivesse existido antes do Sol). George H. Darwin, filho do famoso Charles Darwin, e professor de Astronomia da Universidade de Cambridge, entrou também na discussão. Supôs ele que a Lua tivesse se desprendido de uma Terra em fusão animada de rápido movimento de rotação, e descobriu que as estimativas originais de Thomson correspondiam bastante bem ao tempo que o atrito das marés terrestres exigiria para freiar a Terra até ser atingido o seu atual período de rotação de 24 horas.

Poucos geológos concordaram com a estimativa de Thomson para a idade da Terra. Mesmo antes de Thomson, o sobrinho e discípulo de Smith, John Phillips, havia alegado que a Terra deveria ter existido já há 96 milhões de anos - resultado que ele obtivera a partir das taxas reconhecidamente imprecisas de formação de estratos por sedimentos de origem fluvial. Em 1868 Archibald Geikie, diretor do "Serviço Geológico da Escócia", observando as evidências de erosões, concluiu que a Terra não tinha mais do que 100 milhões de anos.

Em 1899 John Joly, da Universidade de Dublin, concebeu a única técnica geológica verdadeiramente nova para a medida da idade da Terra. Ele defendia o ponto de vista de que todo o sal do oceano proveio de depósitos minerais que foram erodidos e dissolvidos. Ele propôs, também, que a concentração de sal nos oceanos não poderia diminuir, e desta forma relacionou a salinidade com a idade. Obteve os melhores valores numéricos possíveis para as descargas anuais de água fluindo para os oceanos, bem como para a quantidade de sal por unidade de volume do deflúvio superficial. Calculou então o incremento anual de sal, e multiplicando a salinidade do oceano pelo seu volume total, e dividindo o produto pelo incremento anual de sal, determinou que as águas salgadas levaram de 80 a 90 milhões de anos para se formarem.

Mais ou menos na mesma época um crescente número de geólogos chegava ao consenso de que a Terra ter-se-ia formado há menos de 100 milhões de anos. Entretanto, todas as tentativas para medir a idade da Terra alicerçaram-se sobre uma hipótese, uma analogia ou no máximo em uma boa estimativa da taxa de variação dos processos geológicos.

Tais suposições criavam espaço para dúvidas. Alguns críticos protestaram contra a premissa de que somente a contração gravitacional explicaria o calor da Terra ou do Sol; outra fonte de energia deveria estar disponível. Alguns afirmavam que a Terra jamais teria estado em fusão, enquanto outros sugeriam que seu interior ainda estava fundido. (Um interior líquido conduziria calor por convecção - algo que Thomson não tinha levado em conta). Outros, ainda, questionavam os dados sobre erosão, sedimentação e salinidade.

Ao se aproximar a passagem do século, os geólogos de maneira geral concordavam que cerca de 100 milhões de anos haviam se passado desde o nascimento da Terra. Não podiam eles, entretanto, conciliar as diferenças de seus valores com os dados de Thomson, que recentemente havia sido elevado à nobreza com o título de *Lord Kelvin*, pelos seus feitos no campo da Ciência. Kelvin defendia escalas de tempo geológico cada vez mais curtas, sempre desprezando as evidências geológicas.

Por esse tempo os geólogos já haviam desconfiado das técnicas físicas de Kelvin. Eles tinham mais confiança (talvez sem muito fundamento) em seus próprios métodos do que na coleção de hipóteses feitas pelo eminente físico. Além do mais, eles haviam descoberto várias abordagens do problema da cronologia que levavam a resultados concordantes. Os geólogos passaram a sentir que haviam completado com sucesso o seu aprendizado nas Ciências quantitativas, após várias décadas de exploração, mapeamento, mensuração e classificação rigorosas.

Não obstante, não demorou muito para que os físicos novamente estivessem invadindo a seara dos geólogos para calcular a idade da Terra. Desta vez foi o estudo da Radioatividade que

deu impulso à invasão. Em 1896 Henri Becquerel descobriu o fenômeno; em 1898 Marie e Pierre Curie descobriram os elementos radioativos Polônio e Rádio. Em 1902 e 1903 Ernest Rutherford e Frederick Sody explicaram o fenômeno da Radioatividade em seus vários artigos sobre o assunto. A Radioatividade, afirmaram eles corretamente, correspondia à transmutação espontânea de átomos de um elemento químico em átomos de outro.

No início, a irradiação de raios alfa, beta e gama foi mais importante para a Geocronologia do que os próprios elementos radioativos. (Mais tarde descobriu-se que as partículas alfa são compostas de dois prótons e dois nêutrons, exatamente como o núcleo de um átomo de Hélio; que as partículas beta são elétrons que foram emitidos, e que os raios gama são fótons de radiação eletromagnética). No começo de 1900, Rutherford e R. K. McClung da Universidade McGill de Montreal mostraram que os vários raios carregam enormes quantidades de energia. Seu artigo sobre o assunto pouca impressão causou fora da pequena comunidade de físicos e químicos que trabalhavam no campo da Radioatividade.

A receptividade foi inteiramente distinta em 1903 quando Pierre Curie e Albert Laborde anunciaram que o Rádio gera energia suficiente para fundir em uma hora mais peso de gelo do que o seu próprio peso. Foi despertado o interesse público sobre essa cornucópia de energia, aparentemente inexaurível. De onde provinha a energia? Rutherford e Howard T. Barnes descobriram a sua fonte. Eles mostraram que o calor era proporcional ao número de partículas alfa irradiadas. Essas partículas, de massa relativamente grande, eram emitidas a grande velocidade, e se colidissem com átomos vizinhos, sua energia cinética se transformaria em calor.

Os geólogos imediatamente reconheceram que a relação entre o calor e a radioatividade poderia influenciar significativamente as determinações da idade da Terra. Kelvin havia suposto que o calor da Terra provinha ou do Sol ou do estado fundido original da Terra. Em ambos os casos, a contração gravitacional constituia a única fonte de energia. Se a Terra e o Sol contivessem quantidade suficiente de materiais que pudessem originar grandes quantidades de calor, então essa descoberta poderia invalidar todas as cronologias que Kelvin havia derivado a partir do resfriamento da Terra.

Em 1903, George Darwin e Joly foram os primeiros a fazer a asserção de que a Radioatividade era pelo menos parcialmente responsável pelo calor da Terra e do Sol. Haveria, porém, suficiente matéria radioativa dentro da Terra para causar diferença mensurável?

Parte da resposta já havia sido obtida. Julius Elster e Hans F. Geitel, dois professores secundários em Wolfenbuttel, na Alemanha, detectaram radioatividade no ar em 1901, e logo depois, no solo. Não muito depois, muitos amadores entusiasmados, bem como cientistas profissionais, encontraram radioatividade na chuva, na neve e na água subterrânea, e até mesmo na neblina na base das cataratas do Niágara. Logo os geólogos não mais tinham dúvida de que a radioatividade se encontrava amplamente distribuída.

Quanto à sua concentração, Robert J. Strutt, do *Imperial College* de Londres, descobriu traços de Rádio em muitas rochas. De fato, descobriu ele muito Rádio distribuido uniformemente pelo globo todo, capaz de sozinho (sem nem considerar a contribuição de todos os demais radioelementos), responder pelo calor interno da Terra. Seu trabalho sugeria que a Geocronologia poderia ser estendida ao longo de um período de tempo indefinido. Ele não descobriu vestígio de resfriamento, nem perspectiva de envelhecimento.

A comunidade científica recebeu a notícia de forma ambivalente. Joly e William J. Sollas, da Universidade de Oxford, preocuparam-se com o fato de que o trabalho de Strutt pudesse derrubar os seus cálculos que demonstravam a idade de cerca de 100 milhões de anos. Os próprios sentimentos de Kelvin se dividiram - em particular ele reconhecia que as suas estimativas haviam sido suplantadas, mas em público permanecia as defendendo. Outros apreciaram terem sido libertados da idade da Terra estabelecida por Kelvin. Resultou que a Radioatividade não somente afrouxou o *status* teórico de Kelvin, como também trouxe a chave para a determinação da idade da Terra.

Durante os primeiros anos do século, o entusiasmo científi-

co pelos elementos radioativos substituiu o entusiasmo que havia pelas radiações, a partir de quando Rutherford e Soddy propuseram que realmente a radioatividade constituía uma "alquimia" espontânea. Uma amostra de elemento radioativo, disseram eles, desintegra-se segundo uma taxa regular formando um outro elemento químico. A taxa de desintegração é expressa pela meia-vida - o tempo necessário para que a metade dos átomos de uma amostra de um elemento radioativo se transforme em um outro elemento por desintegração.

As meias-vidas variam de bilhões de anos a milionésimos de segundo. Urânio, Tório e Rádio apresentam meias-vidas longas e, portanto, existem em quantidade mensurável na Terra; por outro lado, os elementos que têm meias-vidas curtas são de existência efêmera. Logo, a presença ou a ausência de determinados elementos radioativos em uma rocha pode relacionar-se com a sua idade. Análises das quantidades dos elementos radioativos existentes podem revelar a idade absoluta da rocha.

Os elementos radioativos formam diferentes séries de desintegração - um elemento radioativo se desintegra formando outro, e assim sucessivamente, até que seja produzido finalmente um elemento estável. Eram conhecidas, ou suspeitava-se que existissem, as séries do Urânio/Rádio, do Urânio/Actínio e do Tório, desde o início do século. A técnica da datação radioativa das rochas desenvolveu-se a partir do estudo dos elementos radioativos e suas séries de desintegração. Rutherford e o radioquímico Bertram B. Boltwood foram pioneiros nesse trabalho.

Boltwood, ainda como consultor na área da Química, após sua formatura na Universidade de Yale, examinou numerosas amostras de minério, inclusive de monazita, minério de Urânio e Tório. Durante as preleções do carismático Rutherford em Yale, em 1904, a curiosidade de Boltwood sobre os elementos radioativos tornou-se uma obsessão, e a partir de então iniciou ele a documentação das relações entre os elementos das séries de desintegração.

No fim daquele mesmo ano, Rutherford sugeriu uma maneira para determinar a idade da Terra a partir da medida de Hélio nos minerais. Rutherford cria (e o demonstrou em 1908) que o Hélio não era resultante de uma determinada série de desintegração, mas que se formava em todas as séries quando dois elétrons se ligavam a uma partícula alfa. Sir William Ramsay e Soddy, no *University College* de Londres haviam acabado de descobrir a taxa da formação de Hélio a partir da desintegração do Rádio. Se esse valor de Ramsay e Soddy fosse preciso e se nenhum Hélio escapasse do mineral desde o instante de sua formação - ambas as hipóteses constituindo enorme ato de fé - a quantidade de Hélio determinaria a idade da amostra[4]. Rutherford pôde assim estimar em 40 milhões de anos a idade de uma amostra de fergusonita de que ele dispunha.

Boltwood, por outro lado, pensava em considerar os produtos finais das séries de desintegração. A quantidade de um produto final aumentaria no decorrer dos anos à medida que os elementos radioativos se desintegrassem. Já se sabia que o Rádio era um produto da série do Urânio. Em 1905, Boltwood indicou o Chumbo como sendo o produto final dessa série. A hipótese do Urânio/Chumbo recebeu apoio adicional de Rutherford. Ele argumentava que, se o Urânio se desintegrasse em Rádio, e se o Rádio (que então se supunha ter a massa atômica de 225) e seus produtos de desintegração emitissem então cinco partículas alfa (que têm, cada uma, a massa atômica de quatro), resultaria um elemento de massa atômica igual a 205 - não muito longe do valor aceito para o Chumbo, de 206,9.

Boltwood reconheceu a sugestão de Rutherford para a utilização do Chumbo na datação de rochas antigas, e foi ele quem demonstrou a exequibilidade desse método. Em fins de 1905 ele havia calculado idades entre 92 e 570 milhões de anos para 26 diferentes amostras de minerais. Felizmente para a reputação desta nova técnica esses resultados não foram publicados, pois a relação Rádio/Urânio utilizada por Boltwood não tinha precisão, tanto porque a balança de Rutherford para medir quantidades de Rádio estava mal calibrada, como porque a meia-vida do Rádio foi recalculada várias vezes durante 1905 e 1906. A idade atribuída a uma rocha depende criticamente desses dois valores numéricos.

(4) É importante lembrar que hipóteses como essas (verdadeiros atos de fé) acabam sendo assumidas em todos os métodos de datação radioativa!

Quando Boltwood publicou seu trabalho em 1907, ele ressaltou a impressionante constância das relações entre Chumbo e Urânio para minerais de mesmas camadas geológicas, que presumivelmente teriam a mesma idade geológica. Ele observou também que a quantidade de Chumbo em um mineral aumentava à medida que também aumentava a idade relativa do mineral. Minerais cujo Chumbo aparentemente havia sofrido lixiviação indicavam menores relações do que outros minerais da mesma camada. Tudo isso se entrosava bem. Boltwood não pôde, entretanto, encontrar relações constantes entre Chumbo e Tório em vários minerais; o produto final da desintegração do Tório continuava sendo um mistério. Ele se inclinou, então, a desprezar as relações Chumbo/Tório: um erro que afetou as suas medidas de minerais que continham simultaneamente Urânio e Tório.

Para determinar a idade absoluta de minerais, Boltwood examinou a série de desintegração Urânio/Rádio. O valor mais recente obtido então para a meia-vida do Rádio era de 2.600 anos, deduzido por Rutherford a partir do número de partículas alfa emitidas pelo Rádio a cada segundo. (O valor aceito hoje é de 1.620 anos). Como a desintegração dos elementos radioativos é exponencial, a fração do Rádio que se desintegra em um ano seria de 270.000 partes por bilhão, com base no valor da meia-vida deduzido por Rutherford. Rutherford e Boltwood descobriram que quase todas as rochas continham 380 partes de Rádio por bilhão de partes de Urânio. Assim, a fração de Rádio que se desintegra a cada ano multiplicada pela fração do Rádio no Urânio resulta em uma parte de Rádio desintegrando-se a cada ano para cada 10 bilhões de partes de Urânio.

Boltwood supôs corretamente que as séries de desintegração das rochas que ele havia coletado estavam em um estado de equilíbrio. A série do Urânio/Chumbo, por exemplo, está em equilíbrio quando o número de átomos de Urânio que se desintegram por unidade de tempo é igual ao número de átomos de Rádio que se desintegram, ou de átomos de Chumbo que se formam, no mesmo tempo. Para manter esse equilíbrio, os elementos radioativos que apresentam meias-vidas mais longas devem existir em quantidades maiores do que os que apresentam meias-vidas mais curtas. (Embora o suprimento de Urânio diminua lentamente em função do tempo, Boltwood entendeu que a quantidade perdida seria desprezível).

Boltwood deduziu que, se uma parte de Rádio em 10 bilhões de partes de Urânio se desintegrasse anualmente, então uma parte de Chumbo se formaria anualmente para cada 10 bilhões de partes de Urânio, e exprimiu essa relação com a fórmula: "A idade da rocha é igual a 10 bilhões de anos multiplicados pela taxa de Chumbo/Urânio". Ele calculou, então, que uma amostra de uraninita que apresentava uma taxa de 0,041 (para o Chumbo/Urânio) tinha 410 milhões de anos, e que uma amostra de torianita, com uma taxa de 0,22 havia-se formado há 2,2 bilhões de anos.

Na realidade, quando o valor mais preciso para a meia-vida do Rádio foi aplicado, a idade das amostras de Boltwood ficou no intervalo de cerca de 250 milhões a 1,3 bilhões de anos. Mas, mesmo com essa correção, sua medida relativa à torianita não era válida por causa da desintegração do Tório, que contribui para a formação de Chumbo que se adiciona ao Chumbo proveniente da desintegração do Urânio. Não obstante, esses resultados foram espetaculares, pois demonstraram que a Terra tinha cerca de um bilhão de anos[5].

Surpreendentemente, esses feitos, de tão grande envergadura, foram recebidos com indiferença. Embora o artigo de Boltwood aparecesse na revista geológica de maior proeminência nos Estados Unidos, ninguém se encorajou a duplicar ou a prosseguir seu trabalho relativo ao método do Chumbo. Tampouco, os resultados de Boltwood não abalaram a opinião dos geólogos de que os valores da radioatividade estavam superestimados. Eles não só descontavam o efeito do aquecimento devido à desintegração radioativa na Terra, mas também "refinavam" seus dados geológicos e físicos para mostrar que o intervalo de tempo apresentado por Kelvin estava realmente correto!

Boltwood não escreveu mais nada sobre o método de datação usando o Chumbo. Voltou-se para o estudo das séries de desintegração, e descobriu o Iônio, elemento imediatamente anterior

(5) "Demonstraram" não seria bem o termo correto, como evidenciado através do próprio histórico apresentado!

ao Rádio, na série. Rutherford ainda tratou do tópico referente à idade da Terra, publicando cerca de um artigo por década - o que dificilmente caracteriza um grande interesse pelo assunto. Nesse meio tempo, Strutt aperfeiçoou o método do Hélio até 1910, quando também partiu para outras searas mais promissoras.

Entretanto Strutt deixou-nos um legado. Ele havia despertado o interesse de um jovem inglês estudante de geologia, Arthur Holmes, para a Geocronologia, e foi ele quem manteve vivo o interesse pelo assunto, quase que sozinho. De fato, Holmes finalmente forçou os geólogos a aceitarem a datação radioativa ao longo de sua longa carreira na indústria e nas Universidades de Durham e Edinburgh. Até 1930, portanto, Holmes e Joly eram os únicos geólogos que dominavam a técnica de datação, e Joly, apesar de tudo, duvidava da sua precisão.

Holmes não duvidava. Ele considerava também o método do Chumbo como mais confiável do que a técnica do Hélio. Em 1911 ele examinou muitas amostras de rochas, e calculou que a mais antiga delas tinha 1,6 bilhões de anos. Ele defendia (com mais fé do que com justificativas) que suas amostras não continham Chumbo ao terem sido formadas, que todo o Chumbo provinha da desintegração do Urânio, e que mecanismos externos não haviam removido ou acrescentado qualquer Chumbo ou Urânio[6].

(6) Ato de fé semelhante ao de Rutherford ao utilizar os dados de Ramsay e Soddy sobre a taxa de formação de Hélio.

Dois anos mais tarde, entretanto, seus críticos podiam exultar à luz de dois novos avanços. O primeiro foi a descoberta dos isótopos: átomos que têm as mesmas propriedades químicas mas diferentes massas atômicas, devido à variação do número de nêutrons. O Chumbo, por exemplo, tem um núcleo que contém 82 prótons e pode ter massa atômica entre 195 e 214. O segundo avanço foi a descoberta das leis físicas que especificam os produtos da desintegração de cada elemento radioativo. Essas leis indicam que a série do Tório finalmente encerra-se com um isótopo específico do Chumbo.

Embora para muitos geocientistas essas novas descobertas tenham feito a datação radioativa parecer mais difícil e pouco confiável, Holmes continuou avançando apesar das dificuldades e publicou um fluxo contínuo de artigos sobre Geocronologia, nos anos antes e depois da primeira guerra mundial. Incorporou em seu trabalho informações sobre os isótopos e aprimorou os seus resultados. Embora seu sucesso fosse vencendo a resistência explícita à datação radioativa, o método não havia ainda recebido plena aceitação.

Joseph Barrell, professor de geologia em Yale, constitui uma exceção. Em 1917 reinterpretou ele a história geológica para conformar-se aos resultados da datação radioativa. Enfatizou que as transformações geológicas variam de intensidade de forma cíclica, e não uniforme. Assim, taxas atuais de alterações geológicas não poderiam constituir um guia para o passado, como alegavam os uniformistas.

Finalmente a resistência começou a ceder. Em uma reunião da Associação Britânica para o Avanço da Ciência, em 1921, os participantes, abrangendo geólogos, botânicos, zoólogos, matemáticos e físicos, pareciam concordar que a Terra tivesse alguns bilhões de anos, e que era possível conciliar as técnicas de datação radioativa e geológica. Entretanto não foi traçado nenhum plano para essa conciliação. A velha guarda, sem nenhuma surpresa, permaneceu cética. Sollas não aceitaria nenhuma idade para a Terra acima de 100 milhões de anos. "Os geólogos", dizia ele, "não se preocupam muito com o tempo que os físicos lhes concedem; eles não cuidam se ele é longo, ou - moderadamente - curto, mas desejam, sim, certificar-se razoavelmente de que esse tempo é seguramente fidedigno, antes de se dedicarem à reconstrução de sua ciência, se isso se mostrar necessário".

Finalmente a batalha foi ganha em 1926 quando o Conselho Nacional de Pesquisas da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos designou uma comissão para examinar o problema da idade da Terra [7]. Holmes, como um dos poucos especialistas sobre o assunto, foi um dos membros da comissão e redigiu cerca

(7) Neste ano, a comunidade científica estava ainda sob o forte impacto causado pelo célebre "Julgamento do Macaco" efetuado no Tennessee que, com toda a probabilidade, deve ter influído na decisão final dessa comissão! Ver sobre a época do famoso "Scopes Trial", o artigo da Folha Criacionista número 6 intitulado "O Criacionismo no século vinte". De fato, como mencionado no início deste artigo, "a controvérsia sobre a idade da Terra ilustra, sobretudo, que a emoção, a intuição e os paradigmas podem dirigir o curso da Ciência quase tanto como a Lógica e a experimentação"!

de mais de 70% do seu relatório. A comissão unanimemente concordou que a radioatividade provia a única escala de tempo geológico confiável. O relatório apresentou abundante quantidade de evidências claras e detalhadas. As constantes radioativas foram estabelecidas firmemente, os isótopos de Chumbo facilmente foram incorporados nos cálculos, e as amostras de minerais foram escolhidas cuidadosamente para assegurar que os produtos de desintegração não se haviam perdido no decorrer do tempo. Os métodos de datação radioativa, que tiveram Rutherford e Boltwood como pioneiros, e que foram destacados por Holmes, finalmente estavam recebendo o beneplácito dos geólogos. Não somente eles tinham encontrado um vestígio do início, mas também tinham uma perspectiva para a datação de toda a história geológica.

Durante as últimas seis décadas, a aplicação do método de datação utilizando o Chumbo tornou-se cada vez mais sofisticada e as técnicas atuais revelam que as rochas mais antigas da Terra foram formadas há cerca de 3,8 bilhões de anos. Esta seria a data mínima da crosta sólida da Terra, mas não necessariamente o período que a nuvem espiral de gás e poeira condensada levou para formar o Sistema Solar. Em 1955, Clair Patterson do *California Institute of Technology*, junto com seus colaboradores, pela primeira vez determinaram a idade do Sistema Solar mediante a datação de meteoritos. As medidas mais recentes de meteoritos colocam a idade da Terra em 4,5 bilhões de anos.

Apesar de sua focalização evolucionista, este artigo deixa antever claramente que, a partir de James Hutton (portanto há cerca de 200 anos) e com o posterior apoio de Charles Lyell (a partir de meados da primeira metade do século passado) começou a ser aceito o paradigma do Uniformismo, paralelamente ao movimento de descrédito do relato bíblico de um Dilúvio universal, de dimensões catastróficas, que aos poucos foi também tomando corpo numa ampla ofensiva anti-criacionista. Desta forma, foi sendo estabelecido o conceito de tempo praticamente ilimitada para os processos geológicos. Critérios quantitativos para a avaliação da suposta idade da Terra, eivados de grande dose de subjetividade, foram, portanto, aos poucos se estabelecendo, não obstante esbarrarem em sérias dificuldades ao enfrentarem críticas como as de Lord Kelvin, que rejeitou o Uniformismo por considerá-lo indemonstrável.

Fica claro que, com a entrada em cena de Thomas H. Huxley e a onda evolucionista que resultou da propaganda dos trabalhos de Darwin, as posições mais conservadoras de alguns geólogos passaram a ser alvo de crítica cerrada, até que a descoberta da Radioatividade permitiu lançar mão de mais uma hipótese a favor da dilatação do tempo geológico.

No decorrer de poucas décadas passou-se então a dispor de um novo paradigma para o cálculo da idade da Terra, independentemente das hipóteses uniformistas aplicadas aos processos geológicos propriamente ditos. A "datação radioativa" surgiu assim com "status" de palavra final sobre o assunto, apesar de todas as suposições indemonstráveis que se situam no seu embasamento teórico, aí incluída a tese uniformista da constância da meia-vida dos elementos radioativos independentemente das condições a que estejam submetidos. A esse propósito é interessante nos referirmos ao artigo de autoria de W. K. Hensley, W. A. Basset e J. R. Huizenga, da Universidade de Rochester, intitulado "Pressure Dependence of the Radioactive Decay Constant of Beryllium-7", no qual os autores mostram a variabilidade da constante de desintegração de certos nuclídeos radioativos como por exemplo no caso do Berilo-7 (Revista "Science" de 21 de setembro de 1973).

O artigo sobre "Datação Absoluta e Relativa" apresentado neste número da Folha Criacionista complementa bastante bem estas considerações feitas a propósito do artigo de Lawrence Badash a respeito do "Debate sobre a Idade da Terra".

A CRONOLOGIA DE USSHER

O nome de James Ussher, Arcebispo de Armagh e Primaz de Toda a Irlanda (em Latim Jacobus Usserius, Archiepiscopus Armachanus, Totius Hibernia Primas) chegou até nós hoje quase sempre ridicularizado, como a pessoa que fixou como data da Criação o ano 4004 a.C., e que teve até a audácia de estabelecer o dia e a hora - 23 de outubro ao meio-dia!

Não deixa de ser surpreendente, portanto, que Stephen Jay Gould, o famoso biólogo evolucionista, tenha saído a campo em defesa de Ussher! Evidentemente Gould não abriu mão de sua estrutura conceitual evolucionista que exige bilhões de anos para a história de nosso planeta, mas é muito significativa a sua postura de compreensão relativamente a outras estruturas conceituais que aceitam apenas alguns poucos milênios para essa história.

Neste artigo, o próprio Gould se apresenta em defesa da cronologia de Ussher como tendo constituído um esforço digno de encômios para a época, e argumenta que "nossa atitude atual de ridicularizá-la somente registra uma lamentável estreiteza de mente baseada no uso errôneo de critérios atuais para julgar um passado distante e distinto".

Gould destaca também, com grande propriedade, que a imagem mental de Ussher que nos é transmitida "reforça o pior paroquialismo que frequentemente os cientistas invocam na interpretação de sua história - a noção de que o progresso do conhecimento resulta das vitórias conquistadas nas batalhas entre a Ciência e a religião, definida a religião como a fidelidade cega ao dogma e a obediência à autoridade, e a Ciência como a busca objetiva da verdade.

É com satisfação que a Folha Criacionista apresenta a seguir a tradução do artigo de Stephen Jay Gould, intitulado "Fall in the House of Ussher", publicado no periódico "Natural History", vol. 11/91 de 1991, páginas 12 a 21. (Por motivos técnicos foi omitida a tradução dos primeiros quatro parágrafos do referido artigo).

Stephen Jay Gould

James Ussher (1581-1656) viveu durante o século mais turbulento da história inglesa. Nasceu em meados do reinado da rainha Elizabeth, e morreu na época de Cromwell (que lhe proporcionou funeral oficial na Abadia de Westminster, não obstante Ussher ter manifestado seus sentimentos regalistas e ter dado apoio ao monarca Carlos I, anteriormente à sua execução). Demonstrando sua precocidade e aptidão especial para línguas, Ussher ingressou no *Trinity College* de Dublin no ano de sua fundação - 1594 - tendo então apenas treze anos de idade. Foi ordenado em 1601 e tornou-se professor no *Trinity College* em 1607, do qual foi também Vice-Chanceler em 1614 e 1617. Com sua nomeação para ser Arcebisbo de Armagh em 1625, tornou-se o Primaz da Igreja Anglo-irlandesa - tarefa não muito simples naquelas terras eminentemente católicas ("romanistas" ou "papistas", conforme o próprio linguajar de Ussher nas manifestações contemporâneas). Ussher era veemente e infatigável nos seus ataques verbais ao Catolicismo Romano (não via também com bons olhos os judeus e outros "infiéis", embora raramente viessem à tona esses seus sentimentos). A título de exemplo, sua obra de 1626 "Julgamento dos Bispos e Arcebispos da Irlanda" inicia-se com o seguinte parágrafo:

> *A religião dos papistas é supersticiosa e idólatra; sua fé e sua doutrina são errôneas e heréticas; sua igreja é apostatada; tolerá-los, portanto, ou consentir-lhes o livre exercício de sua religião ... é um pecado deplorável.*

Poder-se-ia temer a sua palavra (e ninguém poderia considerar Ussher como um modelo de tolerância), porém, na realidade ele era visto como uma força no sentido da moderação e do entendimento naquela época de furiosas invectivas (leia os panfletos anti-católicos de Milton se quiser ter uma ideia da retórica naqueles anos conturbados). Não

obstante suas opiniões próprias, Ussher continuava aberto ao debate, à discussão e à negociação. Ele dirigia prédicas aos católicos e apreciava enfrentar seus campeões em debates formais. Suas palavras eram ásperas, porém ele cria no triunfo mediante a força dos argumentos, e não mediante multas, banimento, prisão, e execuções capitais. De fato, até mesmo as biografias hagiográficas, escritas logo após a morte de Ussher, criticavam-no por falta de entusiasmo no dia-a-dia da política eclesiástica, bem como por falta de vontade para a execução de atos de intolerância. Por temperamento era um intelectual, e no máximo um administrador não muito rígido. Em 1642, quando rompeu a guerra civil, ele estava na Inglaterra, e nunca mais retornou à Irlanda. Em seus últimos dez anos de vida dedicou-se ao estudo e a publicações - incluindo, em 1650, a sua famosa obra que hoje é causa de tanta celeuma: *Annales veteris testamenti, a prima mundi origine deducti*, ou seja, "Anais do Antigo Testamento deduzidos a partir da origem primordial do mundo".

Ussher tornou-se o símbolo do autoritatismo antigo e obscurantista por uma razão muito além de sua intenção original. A partir de cerca de cinquenta anos após o seu falecimento, a maior parte das edições "autorizadas" da Bíblia, no caso a versão do Rei Jaime, começou a apresentar dados de sua cronologia na coluna destinada a anotações e referências cruzadas usualmente inserida, em cada página, entre as duas colunas do texto. (A Sociedade dos Gideões, até há cerca de quinze anos, persistia em colocar um exemplar dessa edição da Bíblia em praticamente cada apartamento de hotel nos Estados Unidos da América do Norte. Hoje ela já está usando uma edição mais moderna que omite a coluna de anotações e dados cronológicos). Lá estava então, inserida na primeira página do livro de Gênesis, a data indicativa: 4004 a.C. A cronologia de Ussher passou assim a adquirir um *status* quase canônico nas Bíblias em Inglês - e daí a sua atual ignomínia como símbolo do fundamentalismo.

Hoje dificilmente se pode encontrar um livro didático de introdução à Geologia que não mencione a datação de Ussher como comentário inicial, em uma ou duas páginas obrigatórias sobre antigos conceitos a respeito da idade da Terra (anteriormente à datação radioativa ter permitido obter o seu valor correto[1]). Outras avaliações são também destacadas como boas tentativas, dentro do espírito científico (mesmo que seu valor numérico seja discrepante), mas Ussher é repreendido por sua idolatria bíblica e estultícia. Como poderia alguém olhar para uma montanha, um lago, uma pilha de rochas e não compreender que a Terra aparenta grande antiguidade?

Um desses livros didáticos discute Ussher sob o título "Regra da Autoridade", e mais além o considera no ítem sobre o "Advento do Método Científico". É feita a afirmação - embora absolutamente inverídica - que "a data de 4004 a.C. passou a ser venerada tanto quanto o próprio texto sagrado". Outro livro coloca Ussher no tópico "Antigas Especulações", e também o considera no item "Abordagem Científica". Esses autores afirmam que a data de 4004 a.C. calculada por Ussher "foi assim incorporada no dogma da Igreja Cristã" (comentário singular, em face de a tradição católica, e de muitos protestantes, aceitar a interpretação alegórica dos "dias" de Gênesis). E continuam ainda: "Por mais de um século, desde então, foi considerado heresia supor mais do que 6000 anos para a formação da Terra".

Até os verbos usados para descrever os esforços de Ussher estão eivados de desdém. Em um livro é dito que Ussher "pronunciou" sua data; em um outro, ele a "decretou"; em um terceiro, ele "anunciou com grande certeza que ... o mundo foi criado no ano 4004 a.C., no dia 26 de outubro, às nove horas da manhã!" (Na realidade Ussher disse dia 23 de outubro, a meio dia - porém descobri três livros com esse mesmo erro na citação da data, indicando que provavelmente eles a copiaram um do outro). O terceiro livro então continua: "O julgamento feito por Ussher sobre a idade da Terra tornou-se verdade evangélica durante 200 anos".

Muitas afirmações são feitas de forma satírica. Um outro livro, ainda - totalizando assim seis

(1) A Folha Criacionista tem abordado em números anteriores, em numerosos artigos, a problemática da datação radioativa. Recentemente foi publicada uma separata desses artigos, contendo também uma apreciação geral sobre os métodos de datação usuais, na forma de uma publicação avulsa da Sociedade Criacionista Brasileira. Recomenda-se a leitura dessa bibliografia para a compreensão do que seria um valor "correto" da datação radioativa (Ver no segundo artigo deste número da Folha Criacionista).

diferentes livros, comprovando que eu não estive destacando tolices ditas ao acaso -, encara o trabalho de Ussher como uma direta "reação contra as explorações científicas da Renascença". E aborda então "o pronunciamento do Arcebispo Ussher da Irlanda, feito em 1664, de que a Terra foi criada às 9 horas da manhã do dia 26 de outubro de 4004 a.C. (presumivelmente hora do meridiano de Greenwich!)". Ocorre que, em 1664, Ussher já havia morrido há oito anos, e novamente a citação da sua data para a origem da Terra está incorreta. (Eu nem mencionaria a referência à hora do meridiano de Greenwich, a não ser para dizer que Ussher usava o Calendário Juliano, e que tais questões dificilmente surgiriam numa época anterior àquela em que viagens rápidas tornaram importante o horário local em diferentes partes do mundo).

Não é preciso dizer que, ao combater essa tradição intolerante dos livros didáticos, não quero defender a substância da conclusão de Ussher - pois uma alegação das críticas inegavelmente se justifica: uma Terra com 6000 anos de idade torna verdadeiramente impossível uma Geologia científica, porque qualquer tentativa de encurtar o registro histórico de quilômetros de estratos e da elaborada história fóssil da vida limitando-a a tal intervalo de tempo, requer a crença em milagres como agentes causais[2].

Muito bem, mas que sentido pode existir em acusar uma data como impedidora de um sistema posterior que se baseou em princípios completamente distintos? Acusar Ussher de ter atrasado o estabelecimento de uma Geologia empírica seria como responsabilizar os dinossauros por terem impedido o sucesso imediato dos mamíferos. Critérios adequados devem ser utilizados levando em conta padrões aceitos nas respectivas épocas. Mediante este julgamento correto, Ussher é digno de nosso respeito, da mesma forma como os dinossauros parecem-nos agora admiráveis e interessantes à sua própria maneira (e não como arautos imperfeitos dos mamíferos superiores no decorrer da inexorável progressão da vida). Modelos de progresso inevitável, seja quanto ao panorama da vida, seja quanto à história das ideias, são inimigos da compreensão com simpatia, pois excomungam o passado meramente pela sua idade (e portanto por ser primitivo e obscurantista).

Na realidade Ussher dificilmente poderia estar mais enganado sobre a data de 4004 a.C., mas seu trabalho foi não só digno de respeito como interessante - e portanto instrutivo para nós hoje - pelo menos por quatro razões:

Primeira razão

A tradição preconceituosa dos livros didáticos atuais descreve Ussher como representando um pouco de obscurantismo e de dogma lançado em um poço de conhecimento iluminado mediante outro processo qualquer - como se só ele, representando a igreja em um ataque de retaguarda explícito contra a Ciência e a erudição, levantasse essa questão para reconquistar terreno perdido. Nenhuma ideia sobre o estado do pensamento cronológico no décimo-sétimo século poderia ser mais falsa.

Ussher representava a melhor erudição de sua época - Ele integrava substancial tradição de pesquisa, uma grande comunidade de intelectuais trabalhando no sentido de um objetivo comum, mediante uma metodologia aceita - Ussher era "da casa", se me permitirem fazer referência ao título que escolhi para este artigo. Rejeitamos hoje, de certo, uma premissa fundamental daquela metodologia - a crença na infalibilidade da Bíblia[3] - e reconhecemos que essa hipótese falsa induziu aquele tão grande erro na estimativa da idade da Terra. Porém, que fenômeno intelectual pode ser mais antigo ou mais frequentemente repetido, do que a história de um grande programa de pesquisa que se apoiou em uma falsa hipótese central aceita por todos os participantes? Consideraremos todas as pessoas que trabalharam balisadas por tais tradições como tolos ignóbeis? O que dizer dos cientistas que supunham que os continentes eram estáveis, que a proteína era o material da hereditariedade, ou que todas as outras galáxias situavam-se na Via Láctea? Essas posições falsas e ora

(2) Evidentemente esta afirmação de Stephen Jay Gould enquadra-se no contexto de uma estrutura conceitual evolucionista baseada no Uniformismo. O Catastrofismo poderia responsabilizar-se por outros agentes causais não necessariamente miraculosos!

(3) Esta é, sem dúvida, a posição dos agnósticos, aos quais parece pertencer Gould, à qual se contrapõe a posição de um enorme número de cristãos de diferentes denominações.

abandonadas foram defendidas apaixonadamente por cientistas brilhantes e honrados. Quantos empreendimentos atuais hoje, exigindo milhões de dólares destinados às pesquisas e dedicação total de muitos de nossos melhores cientistas, serão ainda expostos a seu tempo como completos insucessos baseados em falsas premissas? (4)

Os autores dos livros didáticos não aparentam saber que as tentativas para o estabelecimento de uma cronologia plena para toda a história humana (não somente para a datação da Criação como ponto de partida) representaram um enorme esforço no pensamento do décimo-sétimo século. Esses estudos não só se prenderam ao uso da Bíblia, como tentaram coordenar os registros de todos os povos da antiguidade. Além do mais, a hipótese da infalibilidade bíblica não nos dá uma resposta imediata e dogmática - pois existem muitas variantes do texto bíblico e de sua interpretação, tendo-se de enfrentar o problema da escolha de uma dentre elas. Como exemplo preliminar, são apresentadas diferentes datas para eventos-chave na Septuaginta, ou Bíblia Grega, traduzida pela comunidade judaica do Egito entre o terceiro e o segundo século a.C., e ainda usada pelas igrejas do Oriente e na Bíblia Hebraica padrão aceita pelas igrejas do Ocidente.

Além do mais, dentro das hipóteses da metodologia usada, essa tradição de pesquisa obteve considerável sucesso. Mesmo os valores extremos obtidos não foram muito discordantes - variando desde um mínimo para a criação da Terra em 3761 a.C., conforme o calendário judaico (ainda em uso), até um máximo de 5500 a.C. conforme a Septuaginta. A maioria dos cálculos atingiu um valor muito próximo de 4004 a.C. apresentado por Ussher. O Venerável Beda havia estimado a data de 3952 a.C. muitos séculos antes, e J. J. Scaliger, o maior erudito da geração imediatamente anterior a Ussher, havia colocado a criação no ano 3950 a.C. Desta forma, a data de 4004 a.C. apresentada por Ussher não foi de todo inesperada; na realidade constituiu ela uma boa estimativa dentro dos padrões convencionais, desenvolvida no seio de uma grande e ativa comunidade de estudiosos. A tradição encontrada nos livros didáticos a respeito do singular obscurantismo de Ussher resulta do desconhecimento das coisas, somente por ter o seu nome permanecido nas anotações marginais das Bíblias modernas.

Segunda razão

Os detratores de Ussher nos livros didáticos supõem que o seu esforço envolveu pouco mais do que a soma de idades e datas relatadas diretamente no Velho Testamento - implicando assim que o seu trabalho foi tão somente o cálculo simples e mecânico de um contador. Outro livro didático - e chegamos agora a sete - afirma que a data de 4004 a.C. avançada por Ussher foi "uma data reconstruída a partir da soma das idades das pessoas nomeadas nas genealogias da Escritura". Entretanto, mesmo uma vista rápida sobre o texto bíblico indica claramente que nenhuma solução simples como essa é possível, ainda que se mantivesse a hipótese da infalibilidade do texto. Podem ser somados os períodos de tempo desde a criação até o reinado de Salomão, pois as informações necessárias são providas mediante uma linhagem masculina ininterrupta que especifica o dado básico da idade do pai quando do nascimento do seu primogênito. Entretanto, esse caminho simples não pode ser continuado nos vários séculos da monarquia, desde o reinado de Salomão até a destruição do Templo e o cativeiro babilônico - pois aqui são dados apenas os períodos de duração dos reinados, e são patentes várias ambiguidades frustantes (incluindo superposições ou co-regências dos reis com seus sucessores) não facilmente resolvidas. Finalmente, como se poderia usar o Velho Testamento para chegar à data crucial do nascimento de Cristo e assim conectar a narrativa antiga com o presente? Pois o Velho Testamento encerra-se no período de Esdras e Neemias, o quinto século a.C., de conformidade com a cronologia de Ussher.

James Barr explica esses problemas e sua complexidade em um excelente artigo intitulado "Por que o mundo foi criado em 4004 a.C. - O Arcebispo Ussher e a Cronologia Bíblica" (*Bulletin of the John Rylands University Library of Manchester*, vol. 67, pp. 575-608). Ele divide o empreendimento cronológico em três períodos, cada um com seus

(4) Sob o ponto de vista criacionista, esperamos que o tempo se encarregue de comprovar que essas afirmações de Gould profeticamente apontavam para o breve reconhecimento do insucesso da Teoria da Evolução!

problemas respectivos, como já mencionado. Pode-se proceder à soma das idades durante o primeiro período (da Criação até Salomão), porém qual o texto a ser usado? As idades na Septuaginta são substancialmente maiores, e sua soma acrescenta mais de 1000 anos à data da Criação. Ussher resolveu o dilema utilizando somente a Bíblia Hebraica e ignorando as alternativas.

No segundo período tem-se de lutar para estabelecer uma linha cronológica coerente através do período dos reis. Avança-se e recua-se, tenta-se correlacionar as datas correspondentes aos dois reinos, de Israel e de Judá, e tenta-se estabelecer vínculo entre as poucas datas de outros eventos além dos inícios e fins de reinados. O resultado, com sorte e ajustes, corresponde a uma rede coerente de datas interrelacionadas entre si.

Para o terceiro período, de mais de 400 anos, desde Esdras e Neemias até o nascimento de Jesus, não se pode realmente usar a Bíblia, pois nela não existem informações. Ussher e todos os outros cronologistas tentaram então ligar um evento conhecido no período dos reis com um episódio datável em alguma outra cultura - e daí usar a cronologia de outros povos até que se pudesse chegar a outro acontecimento paralelo nos tempos do Novo Testamento. Ussher correlacionou a morte do rei Nabucodonozor II com o trigésimo-sétimo ano do exílio de Jeoaquim (como estipulado no Segundo Livro dos Reis, capítulo 25, versículo 27). Na realidade Nabucodonozor projetou-se na história judaica, pois conquistou Jerusalém em 586 a.C. e levou para o exílio seus mais proeminentes cidadãos, no chamado "cativeiro babilônico". Desta forma Ussher conseguiu fazer seus cálculos através dos registros babilônicos e persas subsequentes, chegando até o período da dominação romana e o nascimento de Jesus.

Terceira razão

Como então chegou Ussher ao dia 23 de outubro de 4004 a.C.? Certamente nem a Bíblia nem qualquer outra fonte apresenta qualquer data específica, mesmo que se possa fazer uma estimativa do ano. Constituiria essa data, pelo menos, a aceitação de um dogma, mesmo que o restante da cronologia tenha raízes mais acadêmicas?

Não, nada de dogma, mas sim um estilo diferentes de argumento interpretativo - baseado em símbolos e na escatologia e não em listas cronológicas. (Não se pode chamar isso de dogma, mesmo porque cada ponto tornou-se assunto de forte discordância e feroz debate entre os eruditos. Jamais se obteve uma solução única para o caso, e a Igreja obviamente não impôs qualquer manifestação *ex cathedra*).

Primeiramente, a data de 4004 a.C. repousa confortavelmente sobre a metáfora cronológica mais importante - a comparação usual dos seis dias da criação divina com 6000 anos de duração potencial da Terra: "Há todavia uma coisa, amados, que não deveis esquecer: que, para com o Senhor, um dia é como mil anos, e mil anos como um dia" (Segunda Epístola de S. Pedro, capítulo 3, versículo 8). Dentro deste esquema amplamente aceito, a Terra foi criada há 4000 anos antes do nascimento de Cristo, e poderia durar ainda mais 2000 anos (proposição essa a ser logo testada empiricamente, e, esperamos todos, a ser redondamente refutada!) (5)

Mas, por que 4004 e não o número redondo 4000 a.C.? Na época de Ussher os cronologistas haviam detetado um erro na transição das datas a.C. para D.C., pois Herodes morrera no ano 4 a.C., e se ele tivesse realmente conversado com os magos, temido a estrela, e ordenado a matança dos inocentes, então Jesus não poderia ter nascido depois de 4 D.C. (uma afirmação paradoxal, mas aceitável como testemunho ao avanço do conhecimento).

Logo, se Jesus nasceu no ano 4 a.C., a interpretação escatológica tradicional deveria fixar a data da criação em 4004 a.C., sem qualquer necessidade de complexos cálculos sequenciais de genealogias. Esta situação deveria inspirar uma maldosa suspeita de que Ussher "sabia" da necessidade da data de 4004 a.C. desde o início, e então tivesse amoldado os números para que as coisas dessem certo. Barr considera, de fato, essa possibilidade seriamente, mas a rejeita por duas razões. Primeiro, porque a cronologia de Ussher se estende ao longo de

(5) Na realidade não existe nenhum texto bíblico que fixe a data da volta de Cristo e o "fim do mundo". Pelo contrário, o próprio Cristo em seu sermão profético declarou que "o dia e a hora" ninguém sabe (Evangelho de S. Mateus, capítulo 24, versículo 36). Evidentemente essa declaração não impede que a proposição considerada seja refutada também antes de 2000 anos após o nascimento de Cristo ...

vários volumes em 2000 páginas de texto, e parece ter sido feita cuidadosamente, sem qualquer substancial "arredondamento" especial. Em segundo lugar, a morte de Herodes no ano 4 a.C. não estabelece a data do nascimento de Jesus naquele mesmo ano. Herodes tornou-se rei da Judeia (preposto romano, seria mais apropriado) no ano 37 a.C. - e Jesus poderia ter nascido em outra data qualquer ao longo desse período de 33 anos. Além disso, outras interpretações discutem sobre se os 4000 anos deveriam ser contados desde a Criação até a crucifixão ou até o nascimento de Cristo - o que estenderia as possibilidades até o ano 33 D.C. Devido a essa flexibilidade, a Criação poderia ter ocorrido numa data qualquer entre 4037 a.C. (4000 anos antes do início do reinado de Herodes) e 3967 a.C. (4000 anos antes da crucifixão). A data de 4004 a.C. situa-se dentro do intervalo correto, mas certamente não resulta da tradição simbólica. Teria de ser calculada.

Entretanto, o que dizer sobre o dia 23 de outubro? Aqui a cronologia não pode ajudar. Muitos estudiosos, desde o Venerável Beda até o grande astrônomo Johannes Kepler, defenderam a primavera (no hemisfério norte) como uma estação apropriada para o início, sendo a época escolhida nas cronologias de Babilônia, da Caldeia e outras civilizações antigas. Outros, incluindo Jerônimo, Josefo e Ussher, optaram pelo outono principalmente porque o ano civil judaico começava no início dessa estação, e as Escrituras Hebraicas constituíam a base da cronologia.

Mas um outro problema tem de ser enfrentado. A cronologia judaica baseia-se em meses lunares e portanto é muito difícil correlacioná-la com o calendário solar padrão. Ussher, reconhecendo não existir nenhuma base para uma calibração precisa, decidiu então estabelecer a criação no primeiro domingo após o equinócio do outono (no hemisfério norte). (O domingo constituiu uma escolha óbvia, pois Deus criara em seis dias e descansara no sétimo, sendo o repouso judaico observado no sábado).

Mas se a Criação ocorreu perto do equinócio de outono (no hemisfério norte), por que o dia 23 de outubro, distanciado mais de um mês da data hoje estabelecida para esse equinócio? Para essa parte final do enigma, precisamos somente reconhecer que Ussher ainda estava usando o antigo Calendário Juliano (romano). O sistema Juliano era muito semelhante ao nosso atual, a não ser devido a uma diferença aparentemente insignificante - ele não suprimia o dia adicional dos anos bissextos nos últimos anos de cada século. (Nem todos sabem que nosso calendário atual, que é mais preciso do que o Calendário Juliano, omite os dias adicionais dos anos bissextos em todos os últimos anos dos séculos que não são divisíveis por 400. Assim, 1700, 1800 e 1900 não foram anos bissextos, mas 1600 foi e 2000 também será). Essa diferença parece ser insignificante, porém os erros vão se acumulando no decorrer dos milênios. Em 1582 a discrepância havia se tornado suficientemente séria para que o Papa Gregório XIII proclamasse uma reforma do calendário, estabelecendo o sistema atual, que recebeu em sua homenagem a designação de "Calendário Gregoriano". Ele retirou então dez dias que haviam se acumulado devido aos anos bissextos "extras" nos últimos anos dos séculos no sistema Juliano (o que foi feito pelo inteligente dispositivo de fazer a quinta-feira dia 4 de outubro de 1582 ser seguida pela sexta-feira dia 5 de outubro).

Deparamo-nos então com as tensões religiosas da época. Basta para isso lembrar das invectivas de Ussher contra o papado, atitude compartilhada pelos seus confrades anglicanos. A reforma gregoriana cheirava a um complô romano e os contemporâneos de Ussher seriam amaldiçoados se a aceitassem. (A Inglaterra e as colônias americanas finalmente cederam à razão e instituíram a reforma gregoriana em 1752. Incidentalmente, esse atraso é responsável pela ambiguidade da data do nascimento de George Washington, às vezes dada como 11 de fevereiro, e às vezes como 22 de fevereiro de 1732. Ele nasceu na vigência do Calendário Juliano, e na época tiveram de ser retirados onze dias, e não somente dez, para a adoção do Calendário Gregoriano). De qualquer forma, se a discrepância verificada no Calendário Juliano correspondia a dez dias extras em cerca de 1600 anos decorridos entre a sua instituição e a reforma gregoriana, Ussher supôs que haveria uma discrepância de cerca de trinta dias para o tempo decorrido desde 4004 a.C., fixando assim a criação no dia 23 de outubro, em

vez de na terça parte final do mês de setembro, em que atualmente acontece o equinócio do outono no hemisfério norte[6].

Um último ponto. Por que a criação ao meio-dia? O relato de Gênesis reza o seguinte:

"No princípio criou Deus os céus e a terra. E a terra era sem forma e vazia; havia trevas sobre a face do abismo, e o Espírito de Deus pairava sobre as águas. Disse Deus: Haja luz ..."

Evidentemente não pode existir dia sem a alternância dos períodos claros e escuros, e por isso Ussher iniciou a cronologia com a criação da luz, fixada por ele ao meio-dia, sem qualquer explicação. Escreveu ele: "*In ipse primi diei medio creata est lux*" ("no meio do primeiro dia foi criada a luz").

Mas o que dizer sobre as frases de Gênesis que precedem a criação da luz? Eis aí um velho problema exegético: o texto faz aí uma epítome de todo o processo, ou diz que Deus fez a matéria antes de criar a luz? Ussher aceitou a segunda interpretação e considerou que a criação de matéria "sem forma e vazia" tivesse tido lugar durante a noite anterior à criação da luz. Desta forma, uma pré-criação, distribuindo material nos respectivos locais, ocorrera na noite de 22 de outubro - resultando várias "horas temporárias" (palavras de Ussher) antes da criação da luz no dia 23 de outubro[7].

(6) Mais precisamente, no dia 23 de setembro.
(7) A esse respeito convém ler os comentários de Guilherme Stein Jr. no capítulo introdutório de sua obra "O Sábado", ao tratar do texto bíblico referente ao primeiro dia da criação.

Quarta razão

A cronologia de Ussher constitui um trabalho desenvolvido dentro da generosa e liberal tradição da erudição humanística, e não um documento restritivo escrito para se impor com autoridade. Como observa Barr, os *Annales* de Ussher apresentam uma cronologia para toda a história humana (significando a história ocidental, pois ele não conhecia suficientemente bem nenhuma outra), desde a Criação - e deve-se lembrar que os seres humanos foram criados cinco dias depois, de tal maneira que a história é essencialmente a história da humanidade - até a queda de Jerusalém no ano 70 D.C. Barr escreve:

"É, portanto, um grande erro supor que Ussher estivesse preocupado simplesmente com o cálculo da data da Criação. Isso só poderia ser suposto por alguém que nunca tivesse examinado suas páginas. ... Os Annales são uma tentativa para a síntese cronológica abrangente de todo o conhecimento histórico, bíblico e clássico. ... De seus volumes talvez somente a sexta parte trate de matéria bíblica."

Sócrates nos disse para conhecermos a nós mesmos, e nenhuma referência pode ser mais importante para o humanismo do que uma cronologia precisa que sirva como moldura para a epopeia de nossas culturas, de nossas lutas, nossas falhas e nossas esperanças.

O retrato de Ussher que é apresentado no início deste artigo é proveniente do único livro de sua autoria que eu possuo - um catecismo abrangente preparado para crianças e suas famílias, intitulado *A body of divinity: or, the sum and substance of Christian religion* ("Um corpo de doutrinas, ou o resumo e a substância da religião cristã"). Os catecismos podem ser simplistas, mas na realidade têm a virtude de estabelecer as crenças básicas de forma direta, sem os circunlóquios e as barreiras tão intrínsecas aos textos acadêmicos.

Admirei a defesa de sua cronologia feita nesse catecismo pelo próprio Ussher - palavras simples que ilustram o Humanismo básico de seu empreendimento. Como sabemos acerca da Criação? pergunta ele. E responde: "Não só pelos claros e multiformes testemunhos das Sagradas Escrituras, mas também pela luz da razão bem dirigida". Sua principal preocupação, podemos notar, não é com outras cronologias da epopeia humana, mas com a noção não-histórica aristotélica da eternidade: "O que dizer então para Aristóteles, tido por tantos como o Príncipe dos Filósofos, que se empenha para provar que o mundo é eterno?" Ussher responde sua própria pergunta defendendo a majestade de Deus em contraposição a ser Ele um mero movimentador de matéria eterna, pois Aristóteles "retira de Deus a glória de Sua Criação, e ainda não Lhe consigna nenhuma tarefa a mais além da movimentação das esferas, às quais ele O prende mais como servo do que como Senhor".

Encerro com um apelo final a favor do julgamento das pessoas de conformidade com seus próprios critérios, e não por pa-

drões posteriores que possivelmente elas não possam vir a conhecer. Deploramos Ussher ter encolhido tanto a Criação - meros seis dias, onde estimamos bilhões de anos para a Evolução. Por outro lado, Ussher temia que seis dias pudessem parecer muito na opinião de seus contemporâneos, pois por que Deus, que pode fazer tudo em um instante, teria de alongar a Sua obra? "Por que estava Ele demorando tanto a criar, já que poderia ter aperfeiçoado todas as criaturas imediatamente, em um momento?". Ussher apresenta uma lista de respostas, das quais uma chamou-me a atenção por sua elegância e por sua declaração incisiva quanto à necessidade didática de uma ordem sequencial - uma razão tão boa quanto a melhor que se poderia divisar para estabelecer uma cronologia! "Para nos ensinar a melhor compreender as Suas obras; da mesma forma como um adulto ensinaria uma criança perante um texto escrito - lendo uma linha de cada vez, e não todo o texto de uma só vez".

Catedral de St. Patrick em Dublin

BRASIL TEM, SIM, TERREMOTOS E HÁ NA HISTÓRIA REGISTRO ATÉ DE TREMORES COM PEQUENOS TSUNAMIS

(Evanildo da Silveira, "De São Paulo para a BBC Brasil" - 9 abril 2018)

Pouco antes das 11h da manhã de 2 de abril de 2018, funcionários de prédios altos da Avenida Paulista, em São Paulo, levaram um susto. As edificações começaram a balançar, a ponto de algumas terem de ser evacuadas. Era o reflexo de um terremoto de 6,8 pontos na escala Richter no sul da Bolívia.

Por certo, muita gente lembrou que "o Brasil é um país onde esses fenômenos não ocorrem". Essa certeza não passa de um mito, no entanto. Tremores são registrados praticamente todas as semanas no território nacional.

Segundo o sismólogo Bruno Collaço, do "Centro de Sismologia" da Universidade de São Paulo (USP), a grande maioria deles não é percebida pela população. "São tremores de magnitudes baixas, menores que 3,0, registrados pelos sensores espalhados pelo país e que somente são sentidos pelas pessoas quando ocorrem próximos aos centros urbanos", explica.

Nosso país também pode ter sismos de magnitude 6,0 (suficientes para provocarem danos muito sérios se ocorrerem próximo a alguma cidade grande) uma vez a cada 50 anos, em média." A escala Richter vai até 9 pontos.

Os registros históricos confirmam essas informações. Um dos primeiros brasileiros a sentir e registrar um terremoto foi ninguém menos que o imperador D. Pedro II, que, às 15h do dia 9 de maio de 1886, percebeu a terra tremer sob seus pés, quando se encontrava em seu palácio, em Petrópolis (RJ). Segundo o sismólogo José Alberto Vivas Veloso, pesquisador aposentado e ex-chefe do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB), a magnitude estimada do abalo foi de 4,3 pontos.

Esse não foi, no entanto, o primeiro nem o mais forte terremoto já ocorrido no país. Embora não tenha sido registrado por um sismógrafo, mas apenas por evidências e relatos históricos, esse posto cabe a um tremor que teria ocorrido em 1690, na Amazônia.

TERREMOTOS NO BRASIL

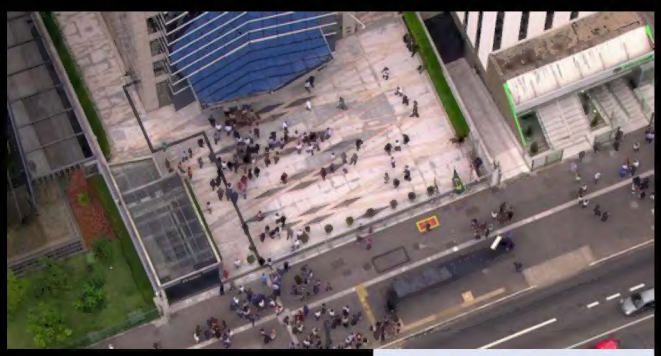
O mais intenso terremoto registrado de fato no Brasil ocorreu no dia 31 de janeiro de 1955, na Serra do Tombador, no Mato Grosso. Com magnitude de 6,2 pontos, ele também não causou danos, porque a região igualmente era desabitada.

Cerca de um mês depois, no dia 28 de fevereiro, foi registrado o segundo maior da história do país, ocorrido no mar, ao largo de Vitória, no Espírito Santo, que atingiu 6,1 pontos. Outros sismos com intensidade superior a 5,0 pontos foram registrados, entre eles um em Tubarão (SC), no dia 28 de junho de 1939, e outro em Codajás (AM), em 5 de agosto de 1983, ambos com 5,5 pontos.

Para o sismólogo José Alberto Vivas Veloso, pesquisador aposentado e ex-chefe do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB), a percepção errônea de que não ocorrem terremotos no Brasil se deve a duas causas principais. A primeira é que somente nas últimas décadas o país passou a empregar sismógrafos para registrar os tremores de terra. No passado, esses abalos só eram conhecidos se fossem percebidos pelas pessoas. Tratando-se de um país grande, com população irregularmente distribuída, muitos eventos antigos deixaram de ser relatados, encobrindo uma parte da realidade sísmica do território nacional. A segunda é que, de fato, o Brasil tem poucos tremores comparado com países vizinhos (Argentina, Peru, Bolívia, por exemplo), porque seu território se encontra no interior de - ou sobre - uma grande placa tectônica, distante de suas bordas - onde os terremotos são mais numerosos e mais intensos.

Segundo o pesquisador Allaoua Saadi, do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o primeiro erro é acreditar que "nossa placa" é inteiriça. "Na verdade, ela é constituída de muitos fragmentos (microplacas) cujos limites podem ser 'mobilizados', quando existem 'tensões' agindo sobre o conjunto", explica.

Segundo Collaço, de fato, o Brasil está inserido no centro da placa da América do Sul, em um região classificada como sendo estável tectonicamente. Por isso, por aqui não são esperados terremotos devastadores como acontecem no Japão e Chile com magnitudes acima de 8,0 pontos por exemplo. "Contudo, nosso país sofre uma compressão causada a leste pela Placa Africana e a oeste pela Placa de Nazca, e são principalmente esses esforços que acabam funcionando como gatilho para os tremores que acontecem no país."



Funcionários esvaziam prédio da Avenida Paulista após sentir terremoto

(Foto: Reprodução/TV Globo)

Pesquisador Marcelo Assumpção contabilizou tremores registrados no Brasil

(Foto: Reprodução/Marcelo Assumpção-IAG/USP)

ISSN 1518-3696